

**UNIVERSITÉ TOULOUSE III PAUL SABATIER
FACULTÉ DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES**

ANNÉE : 2015

THÈSES 2015 / TOU3 / 2081

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Présentée et soutenue publiquement
par

Niela-Maria YEBGA HOT

**ALOPÉCIES TRAUMATIQUES COSMÉTIQUES
CHEZ LES FEMMES AYANT
DES ORIGINES AFRICAINES**

Le 2 octobre 2015

Directrice de thèse : Mme. Sophie GIROD-FULLANA
Maître de conférences HDR

Docteur en Pharmacie
Faculté
de pharmacie de Toulouse

Membres du jury

Présidente du jury : Mme. Sophie GIROD-FULLANA

Docteur en Pharmacie
Maître de conférences HDR
Faculté de pharmacie de Toulouse

1er assesseur : Mme. Sandrine CABOU

Maître de conférences
Faculté de pharmacie de Toulouse

2ème assesseur : Mme. Christine CAZEAU

Docteur en Médecine, Dermatologue
Directrice médicale à Pierre Fabre USA

3ème assesseur : Mme. Claire POURCINE

Docteur en Pharmacie
Directrice Marketing France, A-Derma

PERSONNEL ENSEIGNANT
de la Faculté des Sciences Pharmaceutiques de l'Université Paul Sabatier
au 1^{er} octobre 2014

Professeurs Émérites

M. BASTIDE R	Pharmacie Clinique
M. BERNADOU J	Chimie Thérapeutique
M. CAMPISTRON G	Physiologie
M. CHAVANT L	Mycologie
Mme FOURASTÉ I	Pharmacognosie
M. MOULIS C	Pharmacognosie
M. ROUGE P	Biologie Cellulaire

Professeurs des Universités

Hospitalo-Universitaires		Universitaires	
M. CHATELUT E	Pharmacologie	Mme BARRE A	Biologie
M. FAVRE G	Biochimie	Mme BAZIARD G	Chimie pharmaceutique
M. HOUIN G	Pharmacologie	Mme BENDERBOUS S	Mathématiques – Biostat.
M. PARINI A	Physiologie	M. BENOIST H	Immunologie
M. PASQUIER C (Doyen)	Bactériologie - Virologie	Mme BERNARDES-GÉNISSON V	Chimie thérapeutique
Mme ROQUES C	Bactériologie - Virologie	Mme COUDERC B	Biochimie
Mme ROUSSIN A	Pharmacologie	M. CUSSAC D (Vice-Doyen)	Physiologie
Mme SALLERIN B	Pharmacie Clinique	Mme DOISNEAU-SIXOU S	Biochimie
M. SIÉ P	Hématologie	M. FABRE N	Pharmacognosie
M. VALENTIN A	Parasitologie	M. GAIRIN J-E	Pharmacologie
		Mme MULLER-STAU MONT C	Toxicologie - Sémiologie
		Mme NEPVEU F	Chimie analytique
		M. SALLES B	Toxicologie
		Mme SAUTEREAU A-M	Pharmacie galénique
		M. SÉGUI B	Biologie Cellulaire
		M. SOUCHARD J-P	Chimie analytique
		Mme TABOULET F	Droit Pharmaceutique
		M. VERHAEGHE P	Chimie Thérapeutique

Maîtres de Conférences des Universités

Hospitalo-Universitaires	Universitaires		
M. CESTAC P	Pharmacie Clinique	Mme ARÉLLANO C. (*)	Chimie Thérapeutique
Mme GANDIA-MAILLY P (*)	Pharmacologie	Mme AUTHIER H	Parasitologie
Mme JUILLARD-CONDAT B	Droit Pharmaceutique	M. BERGÉ M. (*)	Bactériologie - Virologie
M. PUISSET F	Pharmacie Clinique	Mme BON C	Biophysique
Mme SÉRONIE-VIVIEN S	Biochimie	M. BOUJILA J (*)	Chimie analytique
Mme THOMAS F	Pharmacologie	Mme BOUTET E	Toxicologie - Sémiologie
		M. BROUILLET F	Pharmacie Galénique
		Mme CABOU C	Physiologie
		Mme CAZALBOU S (*)	Pharmacie Galénique
		Mme CHAPUY-REGAUD S	Bactériologie - Virologie
		Mme COSTE A (*)	Parasitologie
		M. DELCOURT N	Biochimie
		Mme DERA EVE C	Chimie Thérapeutique
		Mme ÉCHINARD-DOUIN V	Physiologie
		Mme EL GARAH F	Chimie Pharmaceutique
		Mme EL HAGE S	Chimie Pharmaceutique
		Mme FALLONE F	Toxicologie
		Mme GIROD-FULLANA S (*)	Pharmacie Galénique
		Mme HALOVA-LAJOIE B	Chimie Pharmaceutique
		Mme JOUANJUS E	Pharmacologie
		Mme LAJOIE-MAZENC I	Biochimie
		Mme LEFEVRE L	Physiologie
		Mme LE LAMER A-C	Pharmacognosie
		M. LEMARIE A	Biochimie
		M. MARTI G	Pharmacognosie
		Mme MIREY G (*)	Toxicologie
		Mme MONTFERRAN S	Biochimie
		M. OLICHON A	Biochimie
		M. PERE D	Pharmacognosie
		Mme PHILIBERT C	Toxicologie
		Mme PORTHE G	Immunologie
		Mme REYBIER-VUATTOUX K (*)	Chimie Analytique
		M. SAINTE-MARIE Y	Physiologie
		M. STIGLIANI J-L	Chimie Pharmaceutique
		M. SUDOR J	Chimie Analytique
		Mme TERRISSE A-D	Hématologie
		Mme TOURRETTE A	Pharmacie Galénique
		Mme VANSTEELANDT M	Pharmacognosie
		Mme WHITE-KONING M	Mathématiques

(*) titulaire de l'habilitation à diriger des recherches (HDR)

Enseignants non titulaires

Assistants Hospitalo-Universitaires	Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche		
Mme COOL C (**)	Physiologie	Mme PALOQUE L	Parasitologie
Mme FONTAN C	Biophysique	Mme GIRARDI C	Pharmacognosie
Mme KELLER L	Biochimie	M IBRAHIM H	Chimie anal. - galé
M. PÉRES M. (**)	Immunologie		
Mme ROUCH L	Pharmacie Clinique		
Mme ROUZAUD-LABORDE C	Pharmacie Clinique		

(**) Nomination au 1er novembre 2014

~ REMERCIEMENTS ~

*Je tiens tout d'abord à remercier la directrice de cette thèse, **Madame Sophie GIROD-FULLANA**, Docteur en Pharmacie et Maitre de conférences HDR à la faculté de pharmacie de Toulouse, pour m'avoir suivie avec beaucoup de gentillesse et de patience durant ces cinq dernières années. Vous avez directement manifesté un grand intérêt pour ce sujet qui me tenait particulièrement à cœur et m'avez conseillée dans la rédaction de ce document tout en me laissant une certaine liberté dans le traitement de mon sujet.*

*Mes remerciements vont également à **Madame Cendrine CABOU**, Docteur en physiopathologie moléculaire, cellulaire et intégrée de l'Université de Toulouse III et Maitre de conférences à la faculté de pharmacie de Toulouse, pour la gentillesse qu'elle a manifestée mon égard en acceptant d'être membre du jury de ma soutenance.*

*Je remercie, également, **Madame Christine CAZEAU**, Docteur en Médecine spécialisée en dermatologie et directrice médicale pour un grand laboratoire pharmaceutique qui rayonne dans notre région toulousaine : PIERRE FABRE. Malgré l'éloignement géographique occasionné par le fait que vous exerciez votre fonction professionnelle aux Etats-Unis, vous avez su rester disponible pour me faire l'honneur de juger également mon travail.*

*Mes remerciements vont également à **Madame Claire POURCINE**, Docteur en Pharmacie et directrice marketing France pour la marque A-derma, pour m'avoir fait l'honneur d'accepter d'être membre de mon jury. J'ai eu la chance de travailler à vos côtés, il y a maintenant cinq ans, lorsque je débutais ma carrière professionnelle dans le groupe PIERRE FABRE. Mêlant enthousiasme, dynamisme et rigueur professionnelle, la qualité de votre management m'avait permis de garder un excellent souvenir de notre collaboration.*

Étant pleinement consciente que l'aboutissement de ce travail n'aurait pu être possible sans eux, je dédie cette thèse :

*À ma mère, Madame **Séraphine NGO BAKONGO**. Tu es une mère exemplaire, un modèle de courage et de combativité. Tu as su au quotidien nous encourager, nous relever dans les moments difficiles qui ont jonchés nos vies, nous inspirer et toujours réussir à nous pousser à chercher à atteindre nos rêves. Pour les moments heureux comme celui-ci, tu as su nous féliciter, alors à mon tour, je souhaite te dédier particulièrement cette thèse qui comme tu sais traite d'un sujet qui me tient beaucoup à cœur.*

*À ma **grande sœur, Priscille**, brillante responsable commerciale polyglotte et dotée d'une grande générosité, tu as su trouver les mots qui m'ont redonné la volonté de poursuivre dans la voie que j'avais choisie. C'est vraiment grâce à toi, que je peux écrire ces dédicaces aujourd'hui et je t'en remercie ma sœur chérie.*

*À ma première **petite sœur, Ange-Hélène**, futur docteur en Droit, qui fera bientôt parti du « club des docteurs ». Je te remercie pour tout le temps que tu as passé à mes côtés, pour m'encourager et me motiver à aller au bout de ce projet qui nous lient étroitement.*

*À ma seconde **petite sœur, Sara**, talentueuse artiste, tu as su me transmettre cette vision particulière qu'il faut posséder pour voir la beauté de certaines choses et la volonté d'entreprendre ses projets personnels coûte que coûte. Je te remercie pour m'avoir clairement montré la marche à suivre pour faire aboutir mon projet.*

*À mon **petit frère, Paul-Maurice**, un homme pour qui j'ai vraiment beaucoup de respect et d'admiration pour toute la réussite qu'il rencontre dans ses entreprises. Véritable incarnation vivante de la persévérance et de la combativité, j'admire l'ingénieur et le basketteur de talent que tu es devenu. Je te remercie pour ton soutien dans ce travail, notamment pour tes connaissances indispensables en informatique sans lesquelles, la mise en page de ce document n'aurait pu être.*

*À la **famille BAKONGO**, Tantine **Emilienne**, Tantine **Nadine** (tu nous manques), **Danielle** ma cousine et ses adorables enfants **Maurice, Hélène et Emilie**.*

À mes amis rencontrés lors de mon premier jour d'école, **Alexandre** et **Geoffrey**,
et **à leurs parents** qui m'ont toujours encouragé à finir ce travail. Je vous remercie
pour votre soutien et pour votre humour qui remplit ma vie de fous rires.

À tous mes amis rencontrés durant mes années d'études avec qui je partage de
très beaux souvenirs, et plus particulièrement à **Carine D., Isis D., Adrien B., et**
Frédéric P.

À tous ceux rencontrés depuis le début de ma carrière professionnelle et qui ont
pris une place importante dans ma vie, et plus particulièrement à **Anne-Sophie V.,**
Stéphanie B., Julien et Vanessa S., Alexandra B., Héla M., Guillaume D., Djibi D. et
Manuel R.

Au **Docteur Naïma MIDOUN-MOUACI**, Dermatologue, une très belle
rencontre professionnelle et une inspiratrice pour une belle cause que nous
partageons ensemble.

Enfin, ces remerciements ne seraient pas complets sans mentionner **Mirlain F.,**
un ami, Docteur en pharmacie, rempli de joie de vivre et parti vraiment trop tôt, et
Ludovic B. pour son soutien et ses conseils précieux.

Serment de Galien

Serment de Galien

En présence des maîtres de la faculté, des conseillers de l'Ordre des pharmaciens et de mes condisciples, je jure :

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

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

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

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.



TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES FIGURES	15
INTRODUCTION.....	17
PREMIÈRE PARTIE : Généralités sur le cheveu et les particularités du cheveu négroïde.....	20
I. Morphologie et propriétés physico-chimiques du cheveu.....	20
A. Anatomie du cheveu	20
a. Structure du follicule pilo-sébacé	21
b. Structure de la tige pileaire	25
B. Croissance du cheveu.....	28
a. Le cycle pileaire.....	28
b. Variations du cycle pileaire	31
C. Composition chimique du cheveu	33
a. La kératine	34
b. Les lipides du cheveu.....	40
c. Les mélanines.....	41
d. L'eau du cheveu.....	43
D. Propriétés physiques du cheveu.....	43
a. Les propriétés mécaniques	43
b. Les propriétés de surface	48
c. Comportement au contact des liquides et de la vapeur d'eau	51
E. Classification des cheveux.....	53
a. Classification de Hrdy.....	53
b. Une autre classification.....	55
II. Caractéristiques propres au cheveu négroïde	60
A. Aspect macroscopique et microscopique du cheveu négroïde.....	60

a.	Anatomie de la tige pileire	60
b.	Composition moléculaire	62
B.	Caractéristique de la croissance	63
a.	La vitesse de croissance.....	63
b.	Le pourcentage de cheveux en phase télogène.....	64
C.	Propriétés physiques	64
a.	Résistance à la traction	64
b.	Qualité du peignage.....	65
DEUXIÈME PARTIE : Les alopecies traumatiques cosmétiques : étiologies et traitements		67
I.	Classification des différents types d'alopecie	67
A.	Alopecie par destruction définitive du follicule pileux.....	67
a.	Les étiologies.....	68
b.	Observations cliniques.....	68
B.	Alopecie induite par inhibition transitoire du cycle pileire.....	69
a.	Les étiologies.....	69
b.	Observations cliniques.....	70
C.	Alopecie Androgénétique (AAG).....	71
a.	Étiologie	71
b.	Observations cliniques.....	71
II.	Les alopecies traumatiques cosmétiques	72
A.	Alopecie de traction.....	72
a.	Epidémiologie.....	73
b.	Physiopathologie.....	74
c.	Observations cliniques	75
d.	Diagnostic.....	77
e.	Etiologie	77

f.	Stratégie thérapeutique	79
B.	Alopécie chimique caustique	80
a.	Epidémiologie	80
b.	Les défrisants	80
c.	Physiopathologie	84
d.	Observations cliniques	87
e.	Diagnostic	88
f.	Stratégie thérapeutique	88
C.	Alopécie Cicatricielle Centrale Centrifuge (ACCC)	89
a.	Epidémiologie	91
b.	Physiopathologie	91
c.	Observations cliniques	92
d.	Diagnostic	93
e.	Etiologie	97
f.	Stratégie thérapeutique	97
III.	Exploration clinique et traitements	99
A.	Exploration clinique du cuir chevelu et des cheveux	99
a.	Examen de la chevelure et du cuir chevelu	100
b.	Le trichogramme	101
c.	Le phototrichogramme	102
d.	Test de traction manuelle	103
e.	La biopsie	104
B.	Les traitements médicamenteux	105
a.	Les traitements à visée anti-inflammatoire	105
b.	Les traitements anti-infectieux	107
c.	Le minoxidil	107
C.	Les traitements chirurgicaux	108

a.	Principe de la greffe capillaire.....	108
b.	Les différentes techniques de microgreffe	110
c.	Particularité de la greffe capillaire chez le patient ayant des cheveux africains et adaptation.....	112
TROISIÈME PARTIE : Le soin du cheveu de type africain		114
I.	Les produits cosmétiques capillaires : Des formulations spécifiques liées au cheveu africain.....	114
A.	Les shampooings.....	114
a.	Les tensioactifs.....	115
b.	Les agents viscosants.....	119
c.	Les additifs	120
d.	Les spécificités des formulations pour le cheveu africain.....	121
B.	Les soins utilisés après le shampooing	123
a.	Les composants de ces formules	124
b.	Les après-shampooings	129
c.	Les masques capillaires.....	131
C.	Les autres produits de soins spécifiques des cheveux négroïdes.....	133
a.	Les huiles.....	133
b.	Les laits capillaires.....	133
c.	Les crèmes.....	134
d.	Les beurres ou baumes capillaires	135
II.	Recommandations pour l'entretien du cheveu africain.....	136
A.	Le lavage.....	136
a.	En pratique	136
b.	Fréquence d'utilisation	137
B.	Le conditionnement.....	137
a.	En pratique	137

b.	Fréquence d'utilisation	138
C.	Le démêlage	138
a.	En pratique	138
b.	Fréquence d'utilisation	138
D.	Le coiffage.....	139
a.	La manipulation du cheveu	139
b.	Les coiffures protectrices.....	139
CONCLUSION.....		141
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES		143

TABLE DES FIGURES

Figure 1- Représentation schématique d'une coupe transversale d'un follicule pilo-sébacé	21
Figure 2-Marquage de la laminine de type 1 : Gaine conjonctive + membrane basale + micro-vaisseaux coupés transversalement + papille dermique.....	22
Figure 3-Représentation schématique d'une coupe axiale d'un follicule pileux	25
Figure 4 - Représentation schématique d'une coupe transversale et axiale d'une tige pileuse	26
Figure 5- Représentation schématique des composants du cheveu humain.....	27
Figure 6- Représentation schématique du cycle pileux humain	29
Figure 7 - Représentation de la réaction de condensation entre 2 acides aminés	34
Figure 8- Représentation schématique d'un pont disulfure.....	35
Figure 9- Représentation schématique des liaisons chimiques de la kératine	37
Figure 10 - Représentation schématique de l'organisation de la kératine au sein du cheveu	39
Figure 11- Représentation schématique de la synthèse des mélanines	42
Figure 12- Courbe représentant la variation de l'allongement du cheveu en fonction de la contrainte	44
Figure 13- Sections de cheveux asiatiques vue au vidéomicroscope.....	53
Figure 14- Section de cheveux africains vue au vidéomicroscope.....	54
Figure 15- Section de cheveux caucasiens vue au vidéomicroscope	54
Figure 16- Arbre de segmentation.....	57
Figure 17- Représentation schématique de rayons de courbure	58
Figure 18- Représentation figurative des différents types de cheveu.....	59
Figure 19 Observation au microscope électronique à balayage de nœuds présents dans les cheveux africains	61
Figure 20- Folliculite du cuir chevelu.....	68
Figure 21-Plaqué alopécique due à un lichen plan pileux	68
Figure 22-Plaqué alopécique due à une pelade sur le cuir chevelu.....	70
Figure 23- - Plaqué alopécique due à une teigne	70

Figure 24 - Alopecie Androgénétique Féminine.....	71
Figure 25-- Alopecie de traction fronto-temporale.....	76
Figure 26- Alopecie symétrique de traction	76
Figure 27- Même patiente vue postérieure.....	76
Figure 28 - Nattes collées	69
Figure 29-Réalisation d'un tissage sur cheveu défrisé	77
Figure 30-Tresses libres appelées "vanilles" zone alopecique visible dans la région temporale	78
Figure 31 - Dreadlocks du chanteur L. Kravitz	78
Figure 32 - Alopecie chimique sur la zone fronto-temporale due à l'utilisation répétée de produit pour permanente	87
Figure 33 - Cuir chevelu d'une femme ayant été brûlée pendant son enfance par un défrisant laissé poser pendant 45 min.....	87
Figure 34 - Chevelure cassée par un défrisant, observation de résidus de tiges pilaires raides défrisées sur des racines crépus.....	88
Figure 35 - ACCC, les lésions alopeciques sont réparties entre les tresses.....	92
Figure 36- ACCC, stade avancé, avec localisation initiale étendue sur la zone frontale ..	93
Figure 37- Coupe histologique d'un follicule pileux humain normale.....	95
Figure 38- Coupe histologique d'un follicule pileux d'un patient atteint d'une ACCC (phase active de la maladie)	95
Figure 39- Coupe histologique d'un follicule pileux d'un patient atteint d'une ACCC (stade avancé de la maladie).....	96
Figure 40- Protocole de réalisation d'un phototrichogramme.....	103
Figure 41-Technique d'injection intralésionnelle de corticostéroïdes en périphérie de la zone alopecique.....	106
Figure 42- Follicule due à une alopecie de traction	107
Figure 43- Photos des différentes étapes de la réalisation de la greffe.....	111
Figure 44 Représentation schématique d'un tensioactif	115
Figure 45- réalisation d'un crochet braid	140

INTRODUCTION

Dans de nombreuses sociétés, le cheveu revêt une symbolique particulière. Ainsi, en Inde, la chevelure tondue est offerte en signe d'humilité envers un Dieu. Les religieux catholiques se rasaient la tête avant de rentrer dans les ordres, pour symboliser la soumission envers leur Dieu. Au-delà de la signification spirituelle, la privation forcée du cheveu était une marque d'humiliation pour l'oppressé, et de domination pour son instigateur.

Ainsi, les esclaves étaient rasés lorsqu'ils entraient au service d'un esclavagiste. La tonte était aussi une sanction réservée à la femme ayant eu des rapports intimes avec des nazis pendant la seconde guerre mondiale. Une sanction particulièrement humiliante, tant dans la plupart des cultures, le cheveu est perçu comme le symbole ostentatoire de la féminité, de telle sorte que la perte de cheveux fait l'objet de préoccupations récurrentes chez les femmes.

D'origine camerounaise, j'ai pu, dès mon plus jeune âge, observer l'attention particulière portée par les femmes africaines de mon entourage à leur chevelure. En effet, les techniques de coiffure employées nécessitent des heures de travail pour un résultat d'une esthétique très appréciée, faisant de l'acquisition de ces techniques un savoir très recherché.

Pour ma part, bénéficiant de l'enseignement des femmes de ma famille, j'ai pu acquérir la maîtrise de ces styles capillaires variés, allant des tresses serrées de diamètre étroit (la tension exercée et le diamètre étroit participant à l'esthétique et à la conservation de la coiffure réalisée, sur une longue période), au défrisage.

Toutefois, j'ai pu très tôt, constater chez certaines femmes de mon entourage, plus âgées, consommatrices régulières de ces techniques de coiffure, une perte de cheveux localisée sur la zone frontale sans pour autant établir une relation de cause à effet avec les pratiques capillaires utilisées. En effet, n'ayant aucune connaissance sur les mécanismes responsables de cette perte de cheveux, à cette époque, je réalisais,

régulièrement et consciencieusement mes coiffures très traumatisantes pour ma chevelure.

C'est en 2010, suite à la réalisation d'un défrisage dans un salon de coiffure, sollicitant ainsi les compétences d'une « professionnelle » de la coiffure africaine, que je constatais une perte de cheveux importante. La relation causale apparente entre les pratiques capillaires réalisées sur les cheveux crépus et la perte de cheveux incidente, prit, à cette date, un intérêt personnel, lequel motiva le sujet de ma thèse.

En effet, après 6 années d'études de pharmacie complétées par un Master en cosmétologie industrielle, l'idée que l'acquisition de ces connaissances ne me soit d'aucun secours pour ne pas souffrir d'une alopecie était inacceptable.

La rédaction de ce document a pour objectif de répondre à une question « comment éviter les alopecies traumatiques chez les femmes ayant des origines africaines? »

En effet, depuis plusieurs siècles, de nombreux cosmétiques capillaires ont été développés afin de préserver et d'embellir la chevelure. En Europe, les produits cosmétiques capillaires, ainsi que les conseils pratiques destinés aux populations ayant un cheveu européen, sont très bien diffusés. Les salons de coiffures et les offres de produits y sont nombreux.

En revanche, s'agissant des personnes ayant un cheveu négroïde vivant également en Europe, les cosmétiques capillaires adaptés sont moins facilement accessibles. De fait, la diffusion des conseils pratiques pour en prendre soin, se fait quasi-exclusivement sur internet, grâce au développement des réseaux sociaux. Par le biais de ces réseaux, ces personnes aux cheveux négroïdes vivant dans le monde entier s'entraident, en se communiquant des conseils de toute nature afin de prendre soin de cette chevelure si fragile. L'initiative est encourageante; néanmoins la légitimité des conseils préconisés fait défaut, ce qui explique que d'une internaute à l'autre l'information peut être adaptée pour l'une et totalement inappropriée pour une autre.

Partant de ce constat, je propose un plan de thèse composé de 3 parties :

Dans une première partie, il s'agira d'apporter des éléments de connaissance objectifs afin de mieux comprendre la physiologie du cheveu et spécifiquement celle du cheveu négroïde, afin d'en comprendre ses besoins spécifiques.

Dans une deuxième partie, seront abordés les différents types d'alopécie résultants des pratiques capillaires des femmes ayant des cheveux négroïdes et les thérapeutiques que l'on pourra mettre en place pour les soigner. Ainsi dans une troisième et dernière partie, des conseils pratiques seront proposés pour prendre soin de ce cheveu négroïde.

PREMIÈRE PARTIE : Généralités sur le cheveu et les particularités du cheveu négroïde

I. Morphologie et propriétés physico-chimiques du cheveu

A. Anatomie du cheveu (1)

Le cheveu, les ongles et les poils appartiennent à un groupe d'éléments anatomiques appelés phanères. Ce sont des annexes du tégument qui comprend la peau, les glandes sudoripares, et les glandes sébacées. Les phanères sont constitués à 95 % de kératine qui est une protéine fibreuse conférant la rigidité à ces éléments.

Sur le cuir chevelu de chaque être humain, on retrouve entre 100 000 et 150 000 cheveux implantés, ce qui représente entre 300 et 500 cheveux par cm². Le diamètre d'un cheveu varie entre 50 et 100 microns.

Chacun d'eux est composé de deux parties: une, visible et biologiquement morte appelée: tige pileuse. C'est grâce à elle que nous pouvons élaborer nos diverses coiffures au quotidien. 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 seront détaillés ci-dessous.

a. Structure du follicule pilo-sébacé

Le follicule pileux, situé sur le cuir chevelu, est systématiquement couplé à une glande sébacée. Il est dénommé follicule pilo-sébacé.

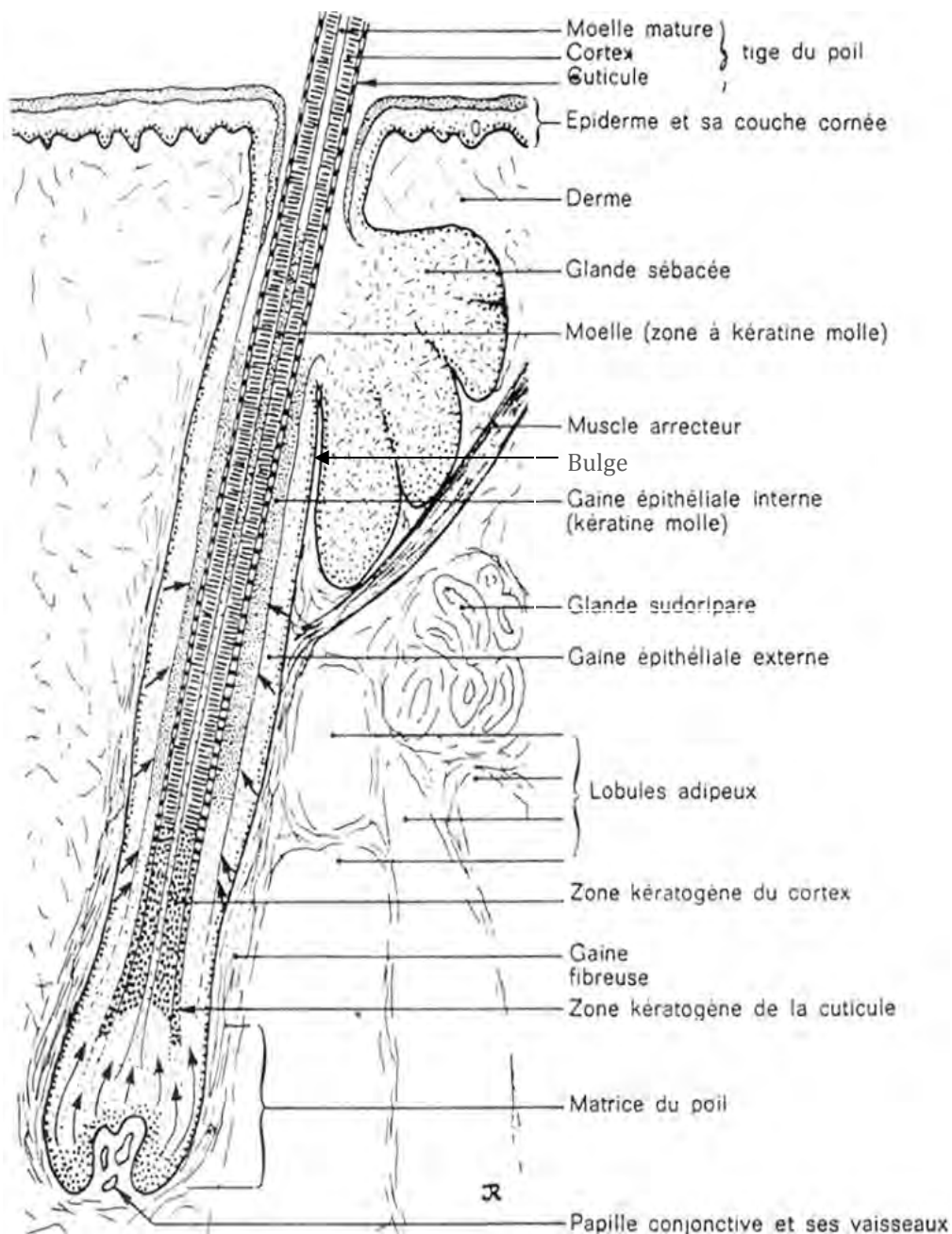


Figure 1- Représentation schématique d'une coupe transversale d'un follicule pilo-sébacé (7)

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 pileux qui repose sur la jonction dermo-épidermique. (2)

On distingue de bas en haut de ce follicule pileux, différentes zones qui jouent chacune un rôle précis dans l'élaboration de la tige pileuse.

- La papille dermique et la gaine conjonctive (2) (3) (4) (5)

Au sein du follicule pilo-sébacé, ce sont les seuls constituants d'origine dermique. Ils sont tous deux composés de cellules conjonctives qui sont en lien direct avec une anse capillaire qui assure une intense vascularisation de la racine.

D'une part, la gaine conjonctive qui est élaborée par des fibroblastes. Cette gaine est essentiellement formée de collagène de type I et III. Elle forme une enveloppe conjonctive à l'intérieur de laquelle se trouve le follicule. Elle est traversée dans le tiers inférieur par un fin réseau de capillaires sanguins et participe à ce titre à la nutrition du follicule dans sa partie supérieure. Elle se prolonge à la base du follicule par la papille dermique.

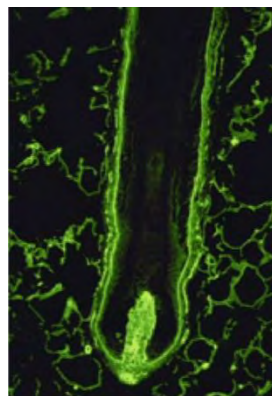


Figure 2-Marquage de la laminine de type 1 : Gaine conjonctive + membrane basale + micro-vaisseaux coupés transversalement + papille dermique (5)

D'autre part, la papille dermique, formée à partir de fibroblastes également mais différents de ceux de la gaine conjonctive, est l'élément qui assure les apports nutritionnels pour la multiplication des cellules de la matrice pileuse.

Cette dernière est localisée dans le compartiment inférieur du bulbe pileux et est le siège d'une activité mitotique intense.

La présence de la papille dermique est indispensable pour la mise en place de cycles de croissance du cheveu. Il a également été démontré que la taille de la tige pileuse est étroitement liée à la taille de la papille.

- Le bulbe pileux (3) (5)

Reposant sur la papille dermique, il est la partie la plus profonde du follicule pilo-sébacé. Son nom lui vient de sa forme évoquant celle d'un bulbe. C'est dans ce compartiment bien organisé que la tige pileuse est élaborée.

Dans la région infrabulbaire, on retrouve l'élément du bulbe qui est à l'origine de la genèse de la fibre capillaire : la matrice pileuse.

Elle est composée de 3 zones distinctes :

→ La zone germinative qui est la plus profonde et riche en cellules indifférenciées. Ces assises de cellules matricielles vont se multiplier intensément et rapidement par mitose. Un processus de différenciation intervient par la suite et est dirigé par les informations transmises par la papille dermique.

→ Au-dessus, se situe la zone pigmentée, riches en mélanocytes. Ces cellules possèdent des dendrites qui se connectent à plusieurs cellules ascendantes qui formeront le cortex du cheveu. Approvisionnées en mélanines, les cellules corticales se colorent, afin de déterminer la couleur de cheveu naturelle de chaque personne.

→ La zone de kératogénèse est la plus superficielle. À ce niveau, les cellules matricielles sont différenciées en kératinocytes pour donner naissance aux cellules qui constitueront le cheveu par un processus de kératinisation totale, provoquant la mort de la cellule.

- Les gaines épithéliales (3) (6)

Elles sont au nombre de deux. Une gaine interne et une gaine externe. Elles sont formées à partir des cellules matricielles peu différenciées situées dans le bulbe pileux. Leur multiplication permettra la formation des kératinocytes de la tige pileuse et des gaines épithéliales interne et externe.

→ La gaine épithéliale externe est la continuité de l'épiderme superficiel et présente une structure quasiment identique. Cette gaine enveloppe la gaine épithéliale interne qui elle-même entoure directement la tige pileuse. La gaine externe parcourt le contour du follicule pileux sur presque toute sa longueur, ceci car elle ne rencontre jamais le bulbe inférieur.

→ La gaine épithéliale interne est formée de trois couches concentriques de l'intérieur vers l'extérieur : la cuticule, la couche de Huxley et la couche de Henlé (fig.3). Leurs fonctions précises ne sont pas encore connues.

Cependant, compte tenu des liens proches qu'il existe entre la cuticule de la gaine épithéliale interne et la cuticule de la tige pileuse, il semblerait que ces différentes couches contribuent à la nutrition du cheveu ainsi qu'à déterminer la forme définitive de la fibre capillaire. Cette dernière hypothèse repose sur le fait qu'à mi-hauteur du follicule, les différentes couches qui composent cette gaine épithéliale interne durcissent avant les couches de cellules capillaires internes.

De ce fait, si la gaine épithéliale interne est de forme cylindrique, les cellules qui formeront la tige pileuse située à l'intérieur de la gaine interne, vont se kératiniser et ainsi durcir en adoptant la même architecture que la gaine interne. Cette dernière se desquame au niveau du canal pileux afin de libérer la nouvelle fibre capillaire complètement formée.

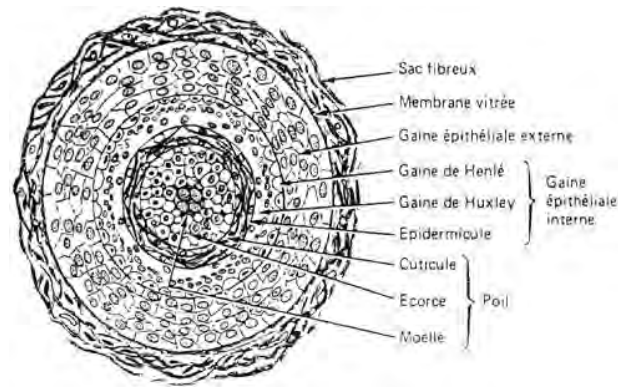


Figure 3- Représentation schématique d'une coupe axiale d'un follicule pileux (7)

- La glande sébacée (4)

Sa taille est inversement proportionnelle à celle du poil qu'elle annexe. Elle est qualifiée de glande exocrine tubulo-alvéolaire. Elle renferme des sébocytes qui vont se différencier en quittant la membrane de la glande pour rejoindre le centre de celle-ci.

Arrivé à maturité, le sébocyte est rempli de vacuoles de sébum qui sera excrété de façon holocrine, dans le canal excréteur de la glande sébacée puis dans le conduit pilo-sébacé. Le sébum va se répandre le long de la tige pileuse par capillarité. Il contribuera à lisser les écailles du cheveu dans le même sens et ainsi à apporter de la brillance à la chevelure.

b. Structure de la tige pileuse (4)

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 croître et acquérir sa forme définitive, la fibre capillaire prend la forme d'un long cylindre composé de trois zones concentriques. Sur une coupe axiale de cette tige on distingue la moëlle, le cortex et la cuticule (Fig.4).

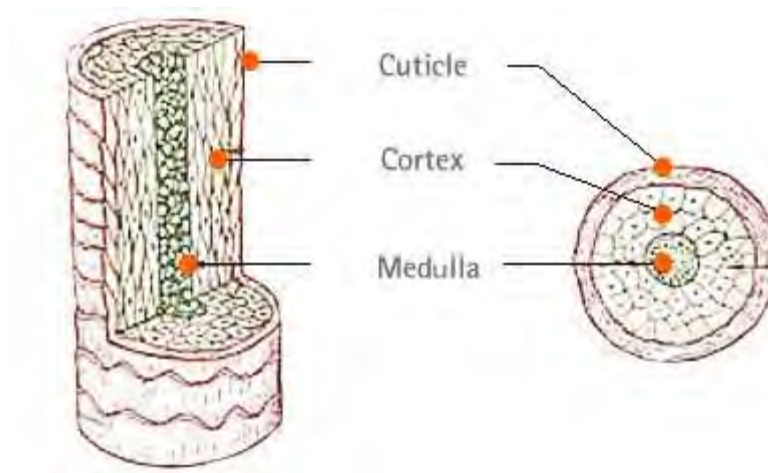


Figure 4 - Représentation schématique d'une coupe transversale et axiale d'une tige pileuse (8)

- La moelle (9)

Elle est la zone concentrique la plus interne de la fibre capillaire. On retrouve des cellules anuclées et cornées différentes de celles des autres couches. Ces dernières seront amenées à dégénérer rapidement pour laisser place à des poches remplies d'air. Le diamètre du canal médullaire est compris entre 10 et 20 microns. Cette zone est fréquemment discontinue voir absente. Son rôle chez l'Homme est toujours inconnu.

- Le cortex (4) (9) (10)

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 microns de large. Le diamètre du cortex mesure entre 40 et 100 μm . Ces variations dépendent des ethnies. À l'intérieur, on observe des microfibrilles de kératine enchâssées dans une matrice protéique riche en soufre (Fig. 5). Cette structure fibre-matrice confère au cortex une grande solidité.

Les protéines de kératine qui forment ces microfibrilles sont liées entre elles 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.

Dès lors que l'on souhaite changer la forme de son cheveu en réalisant un défrisage par exemple, il faudra détruire ces ponts disulfures pour y remédier. Ainsi, l'ensemble des propriétés mécaniques du cheveu dont la solidité fait partie, dépendra de l'intégrité de son cortex.

Au sein des cellules corticales, des grains de mélanines sont également présents et déterminent la couleur native de la chevelure.

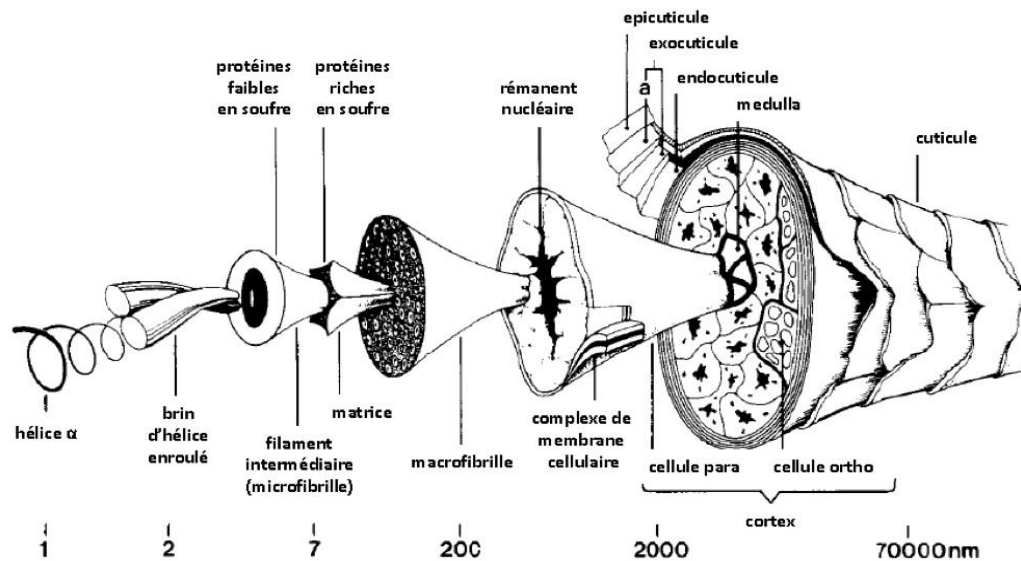


Figure 5- Représentation schématique des composants du cheveu humain (11)

- La cuticule (9) (4)

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 pileuse. Cette disposition permet au sébum de s'écouler le long de la tige tout comme les saletés. Chaque cellule cuticulaire est composée de 5 sous-éléments lamellaires intracellulaires (Fig 5).

On observe (12) :

- L'épicuticule qui est hydrophobe et constitue la première ligne de défense du cheveu contre l'eau.
- La couche A qui est très riche en protéines sulfurées et contient 30% de cystine. Elle bénéficie d'une stabilité biochimique, ce qui permet de protéger fortement la tige pileuse contre des agressions physiques et chimiques.
- L'exocuticule ou « couche B » est également riche en protéines sulfurées, mais moins que la couche A.
- L'endocuticule est la couche qui contient le moins de cystine. C'est dans cette partie de la cuticule que l'eau pénétrera.
- La couche interne

B. Croissance du cheveu

Le follicule pileux est un organe qui croît 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. Chez certains mammifères, ces cycles sont synchronisés et on peut ainsi les voir perdre leur pelage de manière brutale.

a. Le cycle pileux

Le cycle pileux 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 (Fig.6).

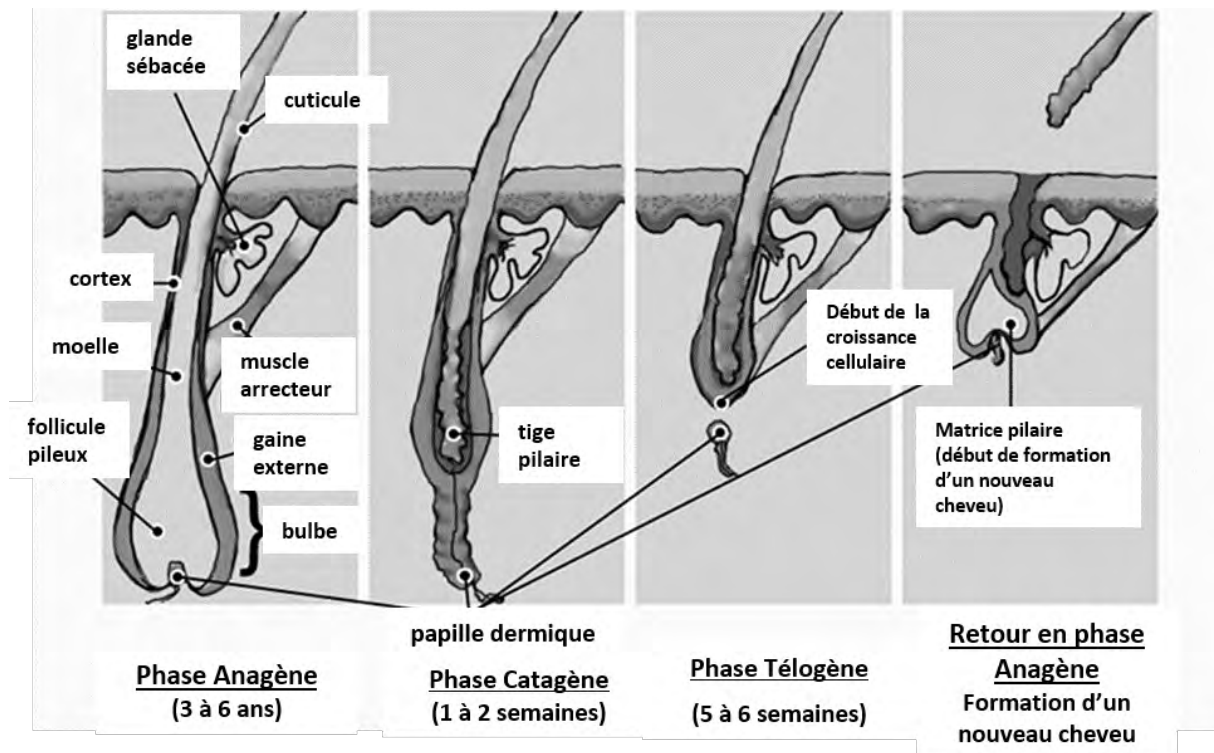


Figure 6- Représentation schématique du cycle pileux humain (13)

L'abondance de la chevelure dépendra du pourcentage de follicules pileux engagés dans la phase de croissance. Plus il est important et plus la densité de la chevelure le sera.

La chevelure n'est pas présente dans sa totalité durant toute la vie de l'Homme. En effet, le nombre de cycles pileux que subira chaque follicule pileux est limité dans le temps et déterminé génétiquement. De ce fait, lorsque le dernier cycle de croissance est enclenché pour un follicule pileux, le cheveu produit ne sera pas remplacé par un nouveau. Le follicule pileux prendra la forme d'un orifice vide sur le cuir chevelu.

- La phase anagène (14) (4)

C'est la phase de croissance du cheveu. Au niveau cellulaire, l'indice mitotique est très élevé dans les cellules de la matrice pileire. 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 (15). L'étude des spécificités du cheveu négroïde permettra de constater que cette vitesse de croissance moyenne diffère selon les ethnies.

- La phase catagène (4) (16) (17)

C'est la phase d'involution qui marque la fin de la période de croissance. La division cellulaire est stoppée. Cette période du cycle pileux dure entre 2 et 3 semaines et peut parfois s'étendre sur quelques mois.

Le bulbe pileux 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.

- La phase télogène (4)

Durant 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 pileux est le processus qui régit la croissance des cellules du follicule pileux. De nombreux facteurs déterminant l'aspect de la chevelure tels que sa densité, sa longueur, dépendent du fonctionnement de ce cycle. Lorsque ce dernier présente des anomalies, elles sont souvent à l'origine de maladies alopeciantes.

La phase de croissance du cheveu est une phase de multiplication cellulaire très intense. Ce renouvellement rapide nécessite de puiser un apport énergétique constant qui sera en grande partie apporté par le réseau sanguin. Ainsi lors de leur croissance, les cellules du follicule pileux sont exposées à l'ensemble des nutriments et polluants présents dans le sang.

Ces molécules peuvent soit contribuer à favoriser une croissance optimale, soit la freiner voir la stopper.

De plus, la tige pileuse est constituée d'un amas de cellules mortes accumulées depuis plusieurs années (jusqu'à 7 ans d'ancienneté pour une phase anagène de cette durée). L'analyse du cheveu est souvent effectuée pour rechercher une exposition plus au moins récente à des substances toxiques telles que le plomb ou l'arsenic.

b. Variations du cycle pileux (18)

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

- Les facteurs exogènes

Les facteurs alimentaires

La croissance des cheveux est favorisée par certaines molécules telles 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 5 α réductase sur le cycle pileux. C'est le cas pour les acides linoléique et linoléique (17).

Les facteurs saisonniers

En fonction des saisons, on observe une chute de cheveux plus importante au début de l'automne. Par 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, c'est pourquoi ces médicaments vont fortement freiner la croissance des cheveux. Leur prise entraîne souvent une chute de cheveux brutale mais réversible lors de l'arrêt du traitement.

- Les facteurs génétiques

Le nombre de cycle pileux et la durée des phases de ce cycle sont sous dépendance génétique. Chaque follicule pileux va subir en moyenne une vingtaine de cycles et la durée moyenne de ceux-ci sont de 5 ans.

Si tel était le cas pour tous les Hommes, nous aurions des cheveux jusqu'à l'âge de 100 ans. Il existe des variations interindividuelles concernant le nombre de cycles pileux et la durée de la phase anagène qui peut être plus longue pour certaines personnes.

Ceci permet de comprendre les différences de longueur entre les chevelures. En effet, les personnes qui possèdent une vitesse croissance élevée pour la synthèse des cellules du follicule pileux, couplée à une durée importante de la phase anagène posséderont une chevelure d'une longueur beaucoup plus importante que les autres individus.

L'alopécie androgénétique, est une maladie d'origine génétique qui va raccourcir de façon chronique la durée de la phase anagène du cycle pileux. Ainsi, le capital de cycles

pilaires sera épuisé prématurément et l'individu souffrira d'une alopecie localisée sur des zones du cuir chevelu très caractéristiques de cette pathologie.

- Les facteurs hormonaux

Les androgènes sont responsables de la chute de cheveux dans le cas de l'alopecie androgénétique qui a 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 5 α -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 (19).

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'œstrogènes dans son sang.

Les hormones thyroïdiennes ont également une action sur le cycle pileux. On peut constater qu'en cas d'hypothyroïdie, les cheveux sont plus rares, secs et cassants.

C. Composition chimique du cheveu (4) (9)

L'exploration de la composition chimique du cheveu permet de mieux comprendre les propriétés physiques et les interactions de la tige pileuse avec les produits cosmétiques. Pour exemple, la surface d'un cheveu non traité a un pH compris entre 4,5 et 5,5 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.

a. 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 chaîne polypeptidique résulte de la combinaison de 18 acides aminés différents. Ces derniers réalisent des réactions de condensation afin de former des chaînes polypeptidiques (Fig. 7).

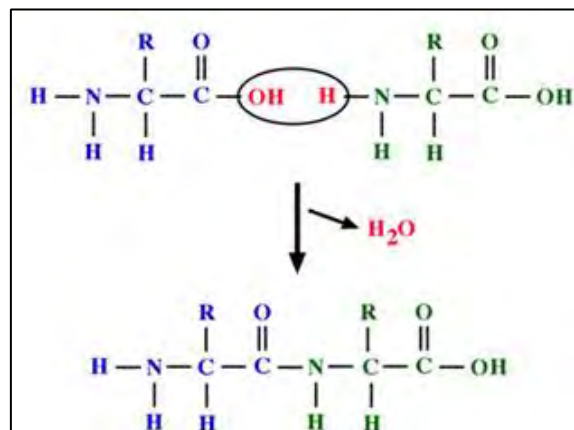


Figure 7 - Représentation de la réaction de condensation entre 2 acides aminés (20)

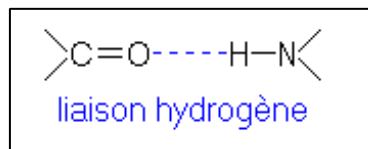
Les acides aminés qui composent la kératine ont été identifiés et dosés par hydrolyse de cette protéine. Il en résulte que l'acide aminé retrouvé en plus grande proportion est la cystine (entre 14 et 16,8%) qui possède 2 atomes de Soufre. On retrouve aussi dans ces ordres de grandeur (entre 14,3 et 15,5%) l'acide glutamique.

- Les interactions chimiques au sein de la kératine (4)

Il existe 2 types de liaisons dans la protéine de kératine :

Les liaisons intra-caténares :

→ Les liaisons hydrogène représentées schématiquement ci-dessous, sont nombreuses sur la chaîne polypeptidique et peuvent aussi se créer entre les chaînes. Elles sont non covalentes, donc de faible intensité et s'effectuent entre les groupements amide et carbonyle. Leurs présences permettent de maintenir la conformation hélicoïdale de la kératine α .



→ Les liaisons peptidiques sont des liaisons covalentes, donc très solides, réalisées par condensation entre deux acides aminés constitutifs de la protéine de kératine. Elles permettent l'élaboration de la chaîne polypeptidique.

Les liaisons inter-caténares :

→ Les ponts disulfures sont des liaisons covalentes formées par une réaction d'oxydation. Deux molécules de cystéine, situées sur deux chaînes différentes vont interagir pour former cette liaison (-S-S-). Ces liaisons comptent pour 20 % dans la structure de kératine.

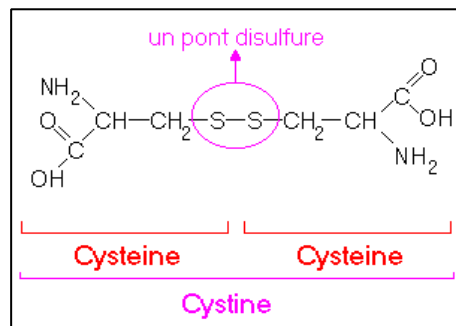


Figure 8- Représentation schématique d'un pont disulfure (21)

Ces liaisons covalentes sont les plus solides et elles caractérisent la structure de la kératine. Leur fréquence le long de l'hélice α est estimée à une liaison toutes les 4 spires, ce qui est important. Ceci explique également la contribution qu'elles apportent à la solidité de la tige pilaire. Cependant, elles sont aussi le point faible de cette structure, car elles sont très sensibles aux agents réducteurs et oxydants.

- Les interactions coulombiennes sont des liaisons électrovalentielles entre un groupement ($-\text{NH}_3^+$) et un groupement ($-\text{COO}^-$) par exemple. Elles sont non covalentes et fortement affaiblies par l'eau et les solvants polaires qui libèreront des ions H^+ ou OH^- . Ces liaisons comptent pour 40 % dans la structure de kératine.

- Les interactions hydrophobes encore appelées force de Van Der Waals, sont formées par des acides aminés qui ont une chaîne latérale hydrophobe. De ce fait, ne pouvant réaliser des liaisons hydrogène avec les molécules d'eau, ces chaînes hydrophobes vont avoir tendance à se rapprocher.

Ces interactions se retrouvent, entre et sur, une même chaîne polypeptidique. En présence d'eau ces interactions sont renforcées, tandis que les tensioactifs anioniques vont à avoir tendance à les détruire. Ces liaisons comptent pour 40 % dans la structure de kératine.

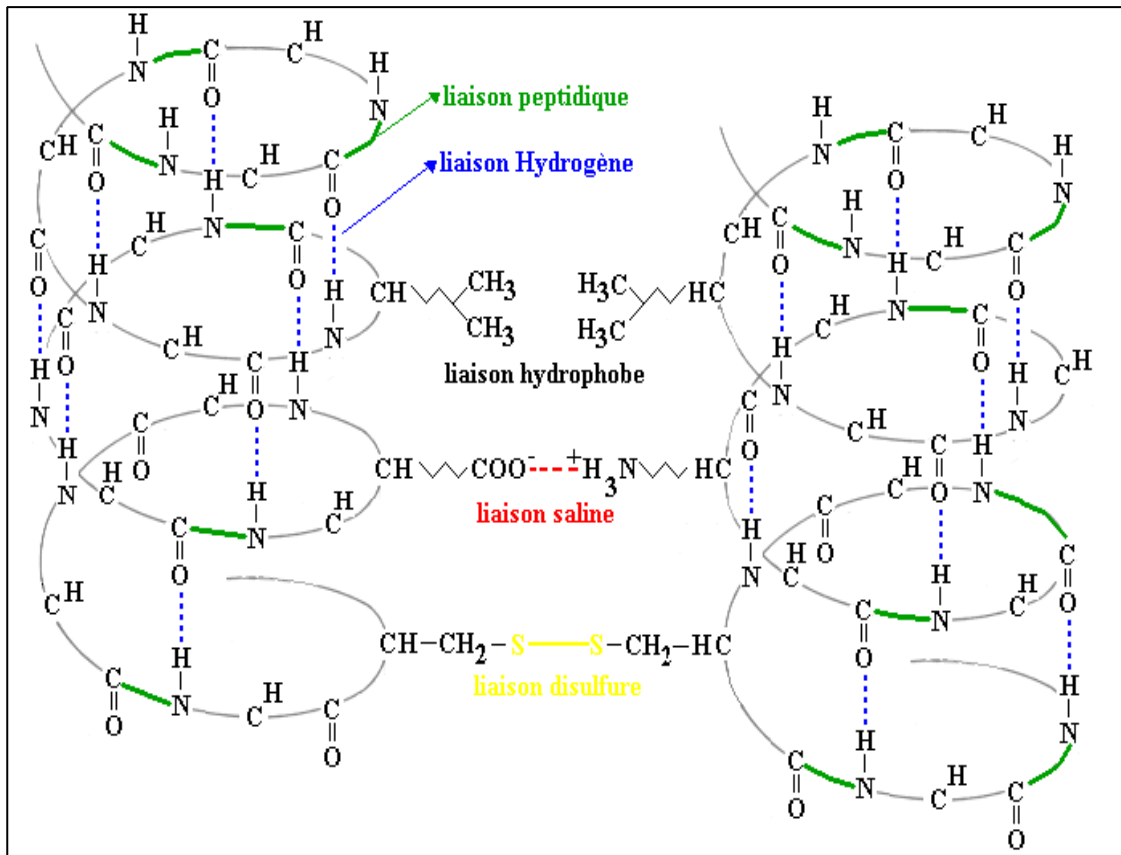


Figure 9- Représentation schématique des liaisons chimiques de la kératine (22)

- Organisation spatiale de la kératine (4) (22)

L'étude de cette structure permet de décrire les repliements locaux que l'on observe sur la chaîne principale de la protéine. Certaines structures sont favorisées car elles ne consomment que très peu d'énergie. Elles mettent en œuvre des liaisons hydrogène qui nécessitent une faible intensité énergétique. Elles sont observées entre les groupements amide (-NH) et carbonyle (-CO).

Dans le cas de la kératine, l'action exercée par ces liaisons hydrogène, au sein de la chaîne d'acides aminés, va entraîner la formation d'une hélice α (hélice pas à droite). On parle de kératine α . Ces hélices α vont s'enrouler l'une autour de l'autre pour former une super hélice (hélice pas à gauche) qui est encore plus stable.

Deux supers hélices α vont également s'enrouler l'une autour de l'autre pour former une hélice β . Ces dernières vont également s'enrouler pour donner une structure dénommée protofibrille ou protofilament.

Pour former une microfibrille, il faudra donc 7 protofilaments. Entre ces microfibrilles se trouvent des protéines de kératine, de composition chimique légèrement différente, qui n'ont pas d'arrangement spatial particulier, et forme un ciment pour favoriser la cohésion des microfibrilles.

En effet, ces dernières vont s'agglomérer et former à leur tour une macrofibrille de kératine. L'agencement des faisceaux de macrofibrilles se fait en s'orientant dans le sens de la longueur du cheveu. L'ensemble de cet édifice moléculaire est appelé structure tertiaire de la kératine et est stabilisé par des liaisons disulfures et des liaisons hydrogène.

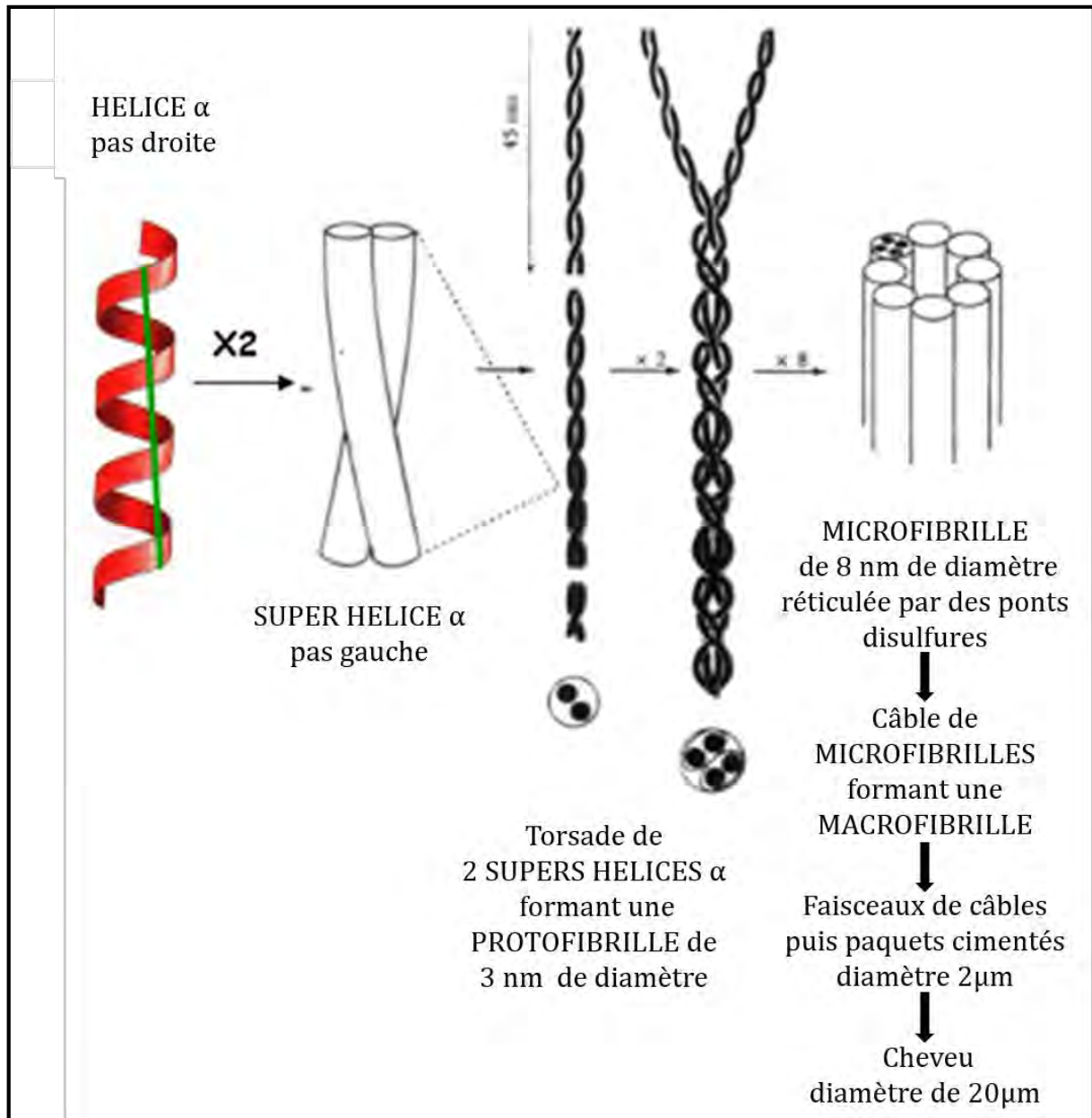


Figure 10 - Représentation schématique de l'organisation de la kératine au sein du cheveu (108)

b. Les lipides du cheveu

Le cheveu contient (23) 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. Ils sont issus du bulbe pileux.

De l'autre, des lipidiques permettent de créer un ciment intercellulaire pour les cellules de la cuticule. L'un des plus importants est l'acide méthyl-18 eicosanoïque ou (18 - MEA). Il est contenu dans un complexe de cellules membranaires de 30 nm d'épaisseur séparant toutes les cellules de la cuticule. A la surface du cheveu, ce lipide est lié de façon covalente aux cellules cuticulaires. Sa présence rend la fibre capillaire hydrophobe et contribue à définir les caractéristiques physiques du cheveu qui seront expliquées ultérieurement dans ce document (24).

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 pileuse lorsque la configuration spatiale de celle-ci le permet.

Le sébum est composé (25):

- 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.

c. Les mélanines

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. Cependant, 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 de dopaquinone capable d'absorber les rayons UVB.
- La phéomélanine qui renvoie une couleur rouge qui est due à la présence d'acides aminés dans sa formule.

Il existe une palette de couleurs de cheveux car le cortex renferme un mélange de ces deux types de mélanine.

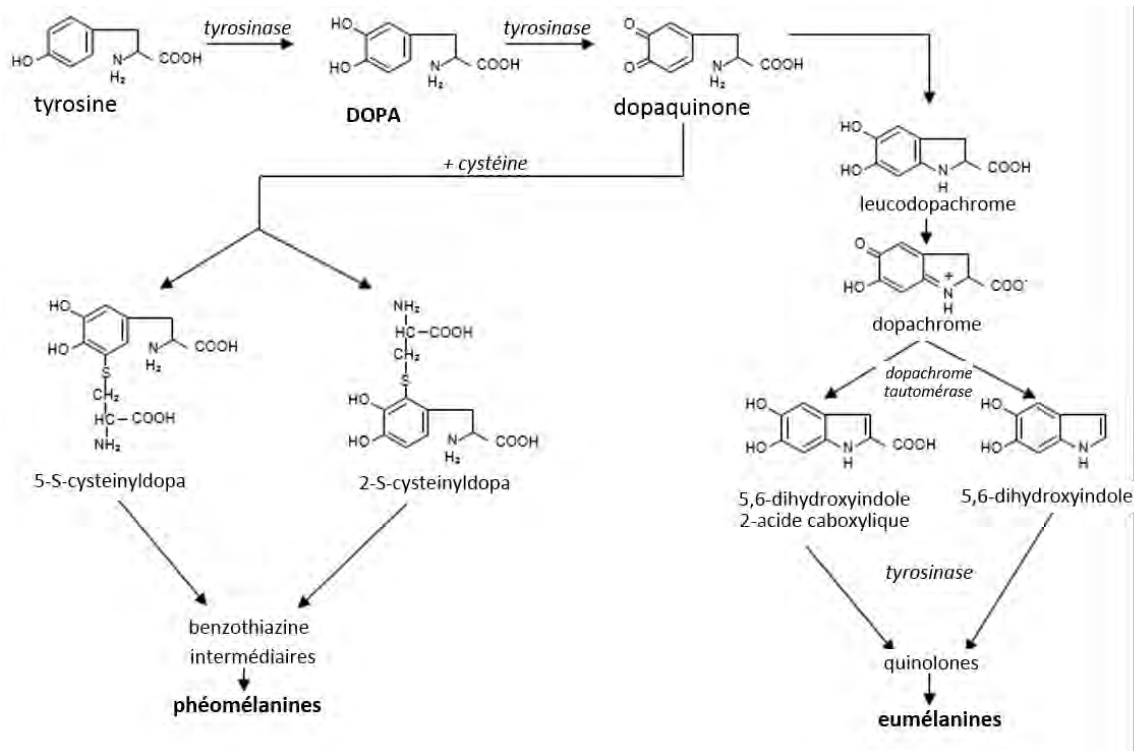


Figure 11- Représentation schématique de la synthèse des mélanines (26)

La synthèse des mélanines fait intervenir un acide aminé la tyrosine, qui sous l'action d'une enzyme, la tyrosinase associée au cuivre, va produire la DOPA puis la dopaquinone. Cette dernière molécule est le précurseur commun des deux types de mélanines. Lors la synthèse de la phéomélanine, la présence de cystéine est indispensable pour finir le processus.

d. L'eau du cheveu (25) (27)

La surface du cheveu présente une cuticule qui protège mécaniquement le cortex et un film lipidique, formé par le sébum, répandu sur l'ensemble de sa surface. Ces éléments pourraient amener à penser que le cheveu serait imperméable à l'eau. Or, un cheveu sain d'apparence contient en général 17% d'humidité (28). En dessous de ces proportions en eau, il paraîtra terne et sec. La fibre capillaire non endommagée peut absorber jusqu'à 30 % de son poids en eau. Pour la protéine de kératine uniquement, cette absorption peut atteindre 40%.

Dans la partie évoquant les propriétés physiques du cheveu, il sera expliqué les interactions entre l'eau et la tige pileaire.

D. Propriétés physiques du cheveu (4)

La géométrie du cheveu est un facteur qui déterminera en grande partie les propriétés physiques du cheveu. La tige capillaire a une forme elliptique et a des sections dont l'axe principal et l'axe secondaire sont dans un rapport allant de 0,63 à 0,91.

a. Les propriétés mécaniques

Elles sont en relations directes avec la composition chimique du cheveu. Toute modification de cette composition peut provoquer des changements de propriétés mécaniques de la tige pileaire.

- Résistance à la traction

Elle détermine la relation entre la contrainte appliquée à une fibre de cheveu et l'allongement qui en découle. L'organisation de la kératine au sein de son cortex lui permet de supporter une traction pouvant aller jusqu'à une centaine de grammes. Une mèche de 100 cheveux résistera donc à un poids de 10 kilogrammes (27).

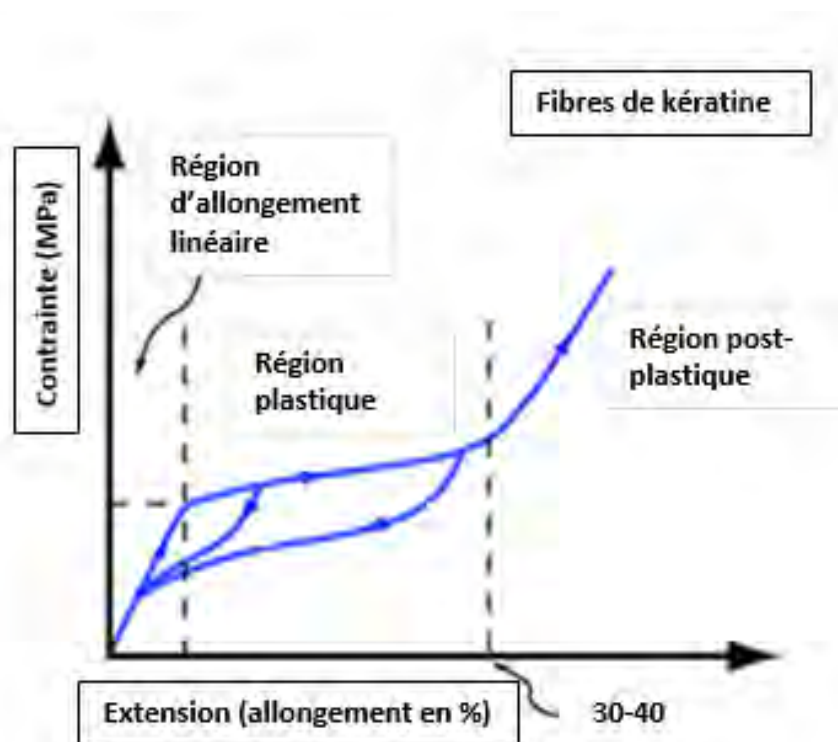


Figure 12- Courbe représentant la variation de l'allongement du cheveu en fonction de la contrainte (29)

Au travers de cette expérience on peut déterminer 3 zones de tension (Cf. Fig. 12) :

→ Entre 0 et 2 % d'extension c'est la « région d'allongement linéaire ». Dans cette région, l'extension est proportionnelle à la charge. Dans cette zone, la kératine de la tige pileaire est en configuration hélice α , ainsi la résistance à la traction est répartie de façon homogène sur l'ensemble de la fibre. Ce sont les liaisons hydrogène présentes entre les spires qui sont à l'origine de cette résistance.

- Entre 2% et 25-30% d'extension c'est la « région plastique ». L'extension de la fibre se fait rapidement sans que la contrainte ne soit perceptible. La configuration en hélice α est abandonnée au profit d'une conformation en feuillet β . Les chaînes polypeptidiques se déploient sans résistance.
- Au-delà de 30% d'extension c'est la « région post-plastique », il existe de nouveau une relation de proportionnalité entre la contrainte et l'extension de la fibre. Les feuillets β vont se détendre au maximum jusqu'à ce que le cheveu atteigne son point de rupture.

D'un point de vue moléculaire, le passage de la région d'allongement à la région plastique dépendra de la solidité de la structure en hélice α . Si celle-ci se retrouve rapidement affaiblie par destruction des liaisons hydrogène qui la constituent pour partie, alors le cheveu atteindra sa région plastique plus rapidement et ceci avec l'application d'une charge moins importante.

Ainsi lorsque le cheveu est mouillé, ses liaisons hydrogène et coulombiennes sont détruites. La structure en hélice α laisse rapidement place à une structure en feuillets β qui offrent un dépliement sans résistance. Le coiffage s'en voit faciliter car la charge à appliquer pour détendre un cheveu mouillé est moitié moins élevée que celle nécessaire pour un cheveu sec.

Pour un cheveu sain, sa charge de rupture se situe entre 50 et 100g soit une charge de 12kg/mm^2 ($12 \times 10^7 \text{Pa}$). Cette charge varie avec l'âge, elle est à son maximum vers l'âge de 20ans.

L'ethnie est aussi un critère à prendre en compte. En effet, le cheveu négroïde est relativement plus fragile face à la traction car plus torsadé et présente des zones aplaties jusqu'à l'étranglement au niveau des coudes et des inversions dans le sens d'entortillement. On observe également une faiblesse précoce de la structure de ce cheveu à cause des agressions mécaniques répétées exercées lors du coiffage. Tandis que le cheveu asiatique, ayant une forme proche d'un cylindre, est très solide indépendamment de son diamètre.

- Elasticité

Cette propriété permet de mesurer la capacité du cheveu à se déformer lorsque l'on lui applique une contrainte, tout en étant apte à reprendre sa forme initiale lorsque la contrainte disparaît.

Elle est observée lorsqu'un cheveu sec ou humide, est dans un premier temps étiré modérément. Ces conditions correspondent à un allongement inférieur à 30%. Puis lorsque dans un second temps, il est plongé dans l'eau froide. Le cheveu sera ainsi capable de reprendre sa forme initiale. Cependant ce phénomène n'est possible que si le taux de transformation d'hélice α en feuillet β ne dépasse pas un certain seuil. Il est décrit que ce seuil correspondrait à 1/3 de de kératine α déployée en kératine β . Au-delà, la tige pileaire perd son élasticité et la déformation engendrée devient irréversible.

- Déformation semi-permanente

La tige pileaire peut être déformée de façon plus ou moins durable en fonction de certaines conditions. Leurs études permettent de comprendre les phénomènes qui rentrent en jeu dans des styles de coiffage comme le brushing ou la mise en plis.

Un cheveu sec, étiré, avec une contrainte supérieure à 2% puis immergé pendant 20 minutes dans l'eau, avant d'être séché tout en maintenant la tension, gardera une longueur intermédiaire entre sa longueur initiale et sa longueur atteinte suite à l'extension lorsque la tension exercée redeviendra nulle.

Ce phénomène est possible grâce à la transformation partielle de la kératine α en kératine β . Le glissement des chaînes polypeptidiques est favorisé par la tension exercée et la présence d'eau. La rupture des liaisons salines et hydrogène initiales se fait d'autant plus aisément lorsque l'eau est chaude. Lors du séchage, les liaisons labiles formées avec les molécules d'eau vont disparaître au profit de la formation de nouvelles liaisons salines et hydrogène. Grâce à la constitution de ces nouvelles interactions chimiques, la nouvelle configuration spatiale des chaînes polypeptidiques obtenue après étirement sera maintenue.

Cependant, la déformation induite par la création de nouvelles liaisons non covalentes est temporaire. Avec le temps et sous la pression de forces naturelles tendant à favoriser le retour à sa forme d'équilibre qui est l'hélice α , la fibre capillaire reprendra sa structure de départ. L'immersion du cheveu dans l'eau accélèrera ce phénomène en détruisant les liaisons hydrogène et salines néoformées.

D'autres facteurs rentrent en compte dans la durée de la déformation. On peut ainsi citer l'hygrométrie, les propriétés élastiques du cheveu, l'utilisation de produits limitants la réhumidification de la tige pileaire. Ces derniers sont généralement des molécules hydrophobes et filmogènes comme certains silicones ou des polymères filmogènes, comme le polyvinylpyrrolidone fréquemment utilisé pour la fabrication des laques (30).

- Déformation permanente

Cette pratique va modifier la structure du cheveu de façon définitive. Les liaisons covalentes qui sont le squelette architectural du cheveu vont être détruites. L'objectif étant d'en créer de nouvelles tout en ayant au préalable obtenu la forme désirée pour la chevelure.

Dans la partie traitant des alopecies chimiques, le mécanisme permettant de réaliser une déformation permanente sera détaillé.

b. Les propriétés de surface (4)

- Influence de la surface

La surface d'une chevelure possède une taille considérable. Pour exemple, une chevelure de densité moyenne, ayant une longueur de 20 cm et des tiges d'un diamètre de 80 μm , développerait une surface de contact de 6 m^2 . C'est la raison pour laquelle, on utilise très souvent des produits mouillants dans la formulation des produits cosmétiques capillaires. Ces derniers ont également tendance à s'adsorber d'abord sur les cheveux ce qui explique la quantité négligeable qui atteint le cuir chevelu.

L'état de surface d'une chevelure connaît des variations d'une personne à l'autre, mais ce qui est plus étonnant, c'est qu'il est possible de constater ces variations d'état de surface au sein d'une même chevelure. D'une zone du cuir chevelu à une autre et d'un endroit de la tige pilaire à un autre, le nombre de couches d'écailles cuticulaires qui était de 7 à 10 à mi-longueur de la tige diminue fortement lorsqu'on les comptabilise au niveau de la pointe.

Sur certaines chevelures très abimées par des agressions chimiques, mécaniques et par les rayonnements UV, la cuticule protectrice a disparu au niveau de la pointe de la fibre capillaire. Les cellules corticales se retrouvent en contact direct avec l'environnement. Le cheveu présente à cette extrémité des fractures en queue d'hirondelle. Cet état de la pointe est communément appelé « fourche ».

En plus de voir leur nombre diminué en progressant de la racine vers la pointe, les écailles cuticulaires perdent leur propriété de fonction barrière. En effet, l'observation au microscope électronique à balayage montre des écailles lisses et uniformes au niveau de la racine tandis qu'à hauteur de la pointe, elles laissent apparaître un nombre croissant de rayures à leur surface, des bords érodés, déchiquetés et une perte d'adhésion à la tige pilaire.

L'état de surface de la chevelure est un facteur important à prendre en compte, lorsque l'on formule des produits capillaires. Les variations que l'on observe, modifie les propriétés mécaniques et chimiques du cheveu et de ce fait le type ou l'intensité des réactions attendues avec le produit cosmétique utilisé.

- Les propriétés électriques

Elles découlent de la protéine de kératine qui constitue à 95 % le cheveu. Cette protéine possède de très bonnes propriétés isolantes qui se démontrent par une résistivité égale à $10^{10} \Omega/\text{cm}$. Cependant, cette capacité à s'opposer à conduire le courant électrique va rapidement diminuer lorsque le cheveu est humidifié.

Le cheveu est également très triboélectrique. Il peut libérer des charges électriques et ceci par simple frottement de sa surface. En fonction de l'état de surface du cheveu, on peut observer les cheveux se charger d'électricité statique. Ce phénomène s'observe sur un cheveu sec. En présence d'un produit gras et filmogène, l'effet triboélectrique du cheveu disparaît.

- Les propriétés de friction

De par la présence d'écailles à sa surface, le cheveu est caractérisé par un coefficient de friction. L'orientation et l'imbrication des écailles peuvent empêcher le glissement ou le faciliter. On détermine ainsi deux coefficients de friction en fonction du sens dans lequel on réalise la mesure du glissement. Soit de la racine vers la pointe où le coefficient de friction est plus faible que de la pointe vers la racine. L'existence de ces écailles indique donc un sens pour minimiser la friction entre les tiges pilaires.

La connaissance de ce coefficient permet de comprendre pourquoi certaines chevelures sont plus difficiles à démêler que d'autres. Plus le coefficient de friction est important et plus la chevelure présente une grande cohésion. Ce qui sera responsable d'un toucher plus ou moins doux de la chevelure.

- Les propriétés d'adsorption

Le cheveu est capable de retenir à sa surface un certain nombre de composés organiques. Les corps gras, comme le sébum, sont adsorbés par un processus d'ordre physique. Des phénomènes de tension de surface sont observés. Lorsque le sébum est déversé dans le canal pileux, il remonte vers la surface et atteint le cuir chevelu. Il va s'étaler sur la racine du cheveu puis se transférer de cheveu à cheveu.

Pour les tensioactifs et les colorants, c'est un phénomène d'ordre chimique qui s'opère. Les micelles chargées sont attirées par les charges opposées, localisées sur les sites ionisés de la fibre capillaire.

La kératine présente de nombreux sites avec des aminoacides dibasiques comme l'acide glutamique qui représente entre 14,3 et 15,5% des composants de la chaîne polypeptidique. Ainsi la tige pileuse a tendance à présenter à sa surface des charges négatives ($R-COO^-$) de par l'ionisation de ces groupements acides libres. De plus, les traitements chimiques que subissent les cheveux et les effets de l'environnement sont dans la majorité des cas des réactions d'oxydation favorisant le caractère anionique de la surface du cheveu.

Ceci permet d'expliquer la faible adsorption des composés acides (anioniques) et l'affinité particulière de la fibre pour les tensioactifs cationiques ou les colorants basiques chargés positivement.

c. Comportement au contact des liquides et de la vapeur d'eau

La kératine présente une affinité particulière pour l'eau. Cette propriété a été exploitée dans l'élaboration d'un instrument de mesure qui est l'hygromètre à cheveu. Ce dernier permet de mesurer l'humidité dans l'air ambiant. Le cheveu est donc capable de réagir avec l'eau sous sa forme liquide ainsi que sous sa forme vapeur.

- Réaction avec la vapeur d'eau

Tous les sites de la structure de la protéine de kératine sont accessibles à la vapeur d'eau. Cependant, la matrice possède une plus grande capacité d'absorption que les microfibrilles. On observe ainsi, un gonflement radial plus important. Les molécules d'eau vont d'abord se fixer sur les groupements acides libres des chaînes latérales. Lorsque le taux d'humidité relative augmente et se situe entre 15 et 75 %, l'eau va se lier aussi sur les liaisons peptidiques. L'humidité relative va modifier la composition chimique du cheveu ainsi que ses propriétés physiques. On peut faire ce simple constat au travers de l'observation de la tenue d'une coiffure qui varie en fonction de l'hygrométrie.

- Perméabilité et gonflement

La kératine, de par la présence à sa surface de groupements acides libres, réagit aisément avec des solvants polaires comme l'eau sous sa forme liquide. Après un temps de contact suffisamment long, la kératine des cheveux peut absorber jusqu'à 45 % de son poids en eau. L'eau présente est liée à la protéine par des liaisons hydrogène et se trouve également sous une forme libre.

Un gonflement anisotrope de la fibre est observé, avec une augmentation de 15 à 20% du diamètre et de 0,5 à 2% de sa longueur. Ce phénomène est directement lié au potentiel hydrogène qui, lorsqu'il se trouvera être acide, réduira le gonflement de la fibre et l'augmentera à pH alcalin.

Ce qui est vrai pour l'eau, l'est également pour les solvants polaires. Cette propriété de gonflement de la kératine est exploitée dans l'industrie cosmétique.

En effet, afin d'augmenter la perméabilité du cheveu, il est d'usage d'utiliser des produits ayant un pouvoir de gonflement important. Ce sont en général des molécules capables, en solution, de former facilement des liaisons hydrogène telles que : l'urée ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$), le thiocarbamide ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$), le formamide (CH_3NO), l'acétamide ($\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}$) et le bromure de lithium (LiBr).

La fibre capillaire développe une plus grande porosité grâce à ce gonflement. Ainsi, la pénétration de molécules ayant un important volume moléculaire est possible. De ce fait, la formulation de produits nécessitant la pénétration de grosses molécules, comme des colorants capillaires, est systématiquement réalisée avec des solvants ou des gonflants.

E. Classification des cheveux (31)

a. Classification de Hrdy

Elaborée durant le début des années 1970 par Daniel Hrdy, 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 en compte. Les critères de classification utilisés sont les suivants.

- Le diamètre et la section de la tige pileaire

Le cheveu asiatique a la section de la tige, la plus 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 (Fig.13).



Figure 13- Sections de cheveux asiatiques vue au vidéomicroscope (27)

Le cheveu africain a une section elliptique et un diamètre variable sur différents endroits de la tige pileaire. Tel un ruban aplati, il aura tendance à s'entortiller sur lui-même et formé cette chevelure d'aspect crépu (Fig. 14).

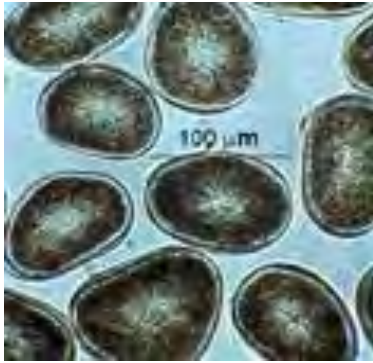


Figure 14- Section de cheveux africains vue au vidéomicroscope (27)

Le cheveu caucasien quant à lui possède un diamètre et une section de dimension intermédiaire. Les cheveux peuvent être aussi bien raides que bouclés (Fig. 15).

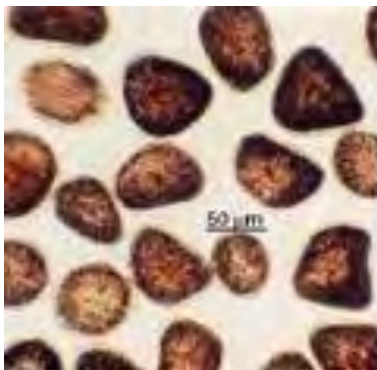


Figure 15- Section de cheveux caucasiens vue au vidéomicroscope (27)

- 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 (3)

Ce qui est notable, c'est que le cheveu africain est celui qui résiste le moins bien à la traction. Ceci 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

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 pileaire et entre les tiges également. Le démêlage de la chevelure est très difficile sur un cheveu africain.

L'hydratation (1)

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

b. Une autre classification

Cette classification 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 son véritable type de cheveu. 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 (32).

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.

Ces différentes mesures ont permis d'établir cet arbre de segmentation (Fig. 16).

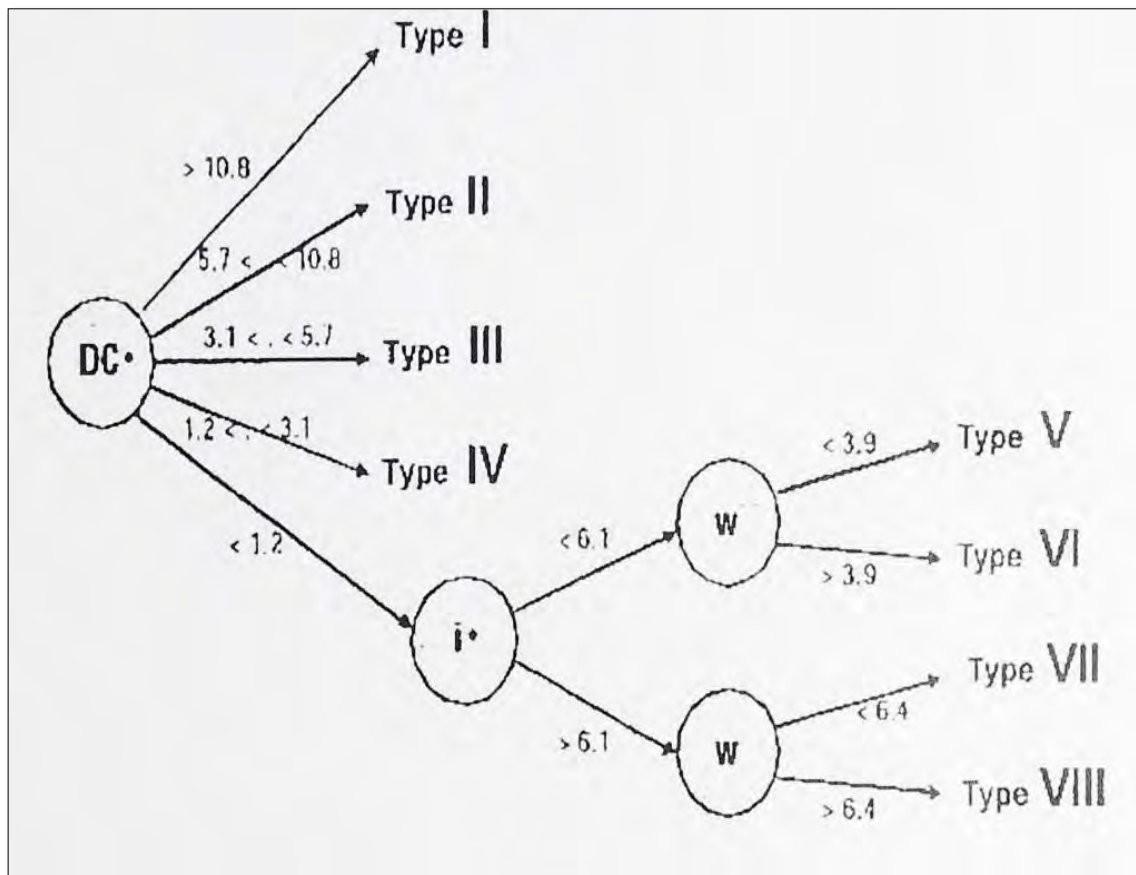


Figure 16- Arbre de segmentation (32)

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

Sur cet exemple représentant des cercles reposant sur une ligne droite rouge, le trait bleu représente le diamètre de courbure. On constate que plus la courbe formée par le cercle se rapproche de la ligne droite rouge et plus le diamètre de courbure sera grand. Inversement, plus la ligne se courbe et plus le diamètre de courbure sera petit. On peut avec cet exemple faire une analogie avec le cheveu. En considérant que la ligne droite rouge représenterait un cheveu parfaitement raide et que le plus petit cercle représenterait un cheveu capable de fortement se courber.

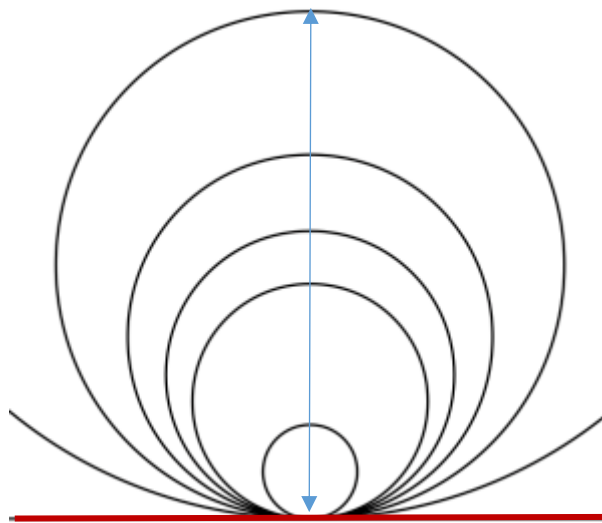


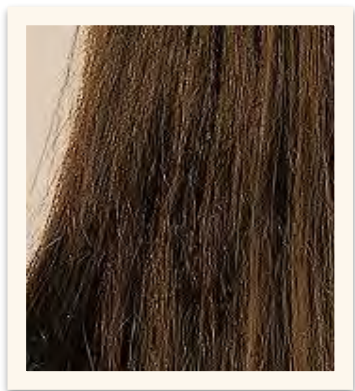
Figure 17- Représentation schématique de rayons de courbure (33)

Avec cette exemple, 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.

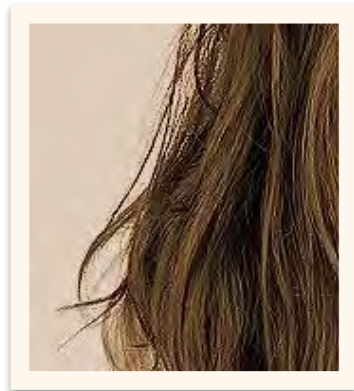
L'indice de boucle (i) est un paramètre qui permet également de bien séparer les types de cheveu. À partir du type V, la fibre se replie beaucoup sur elle-même.

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).

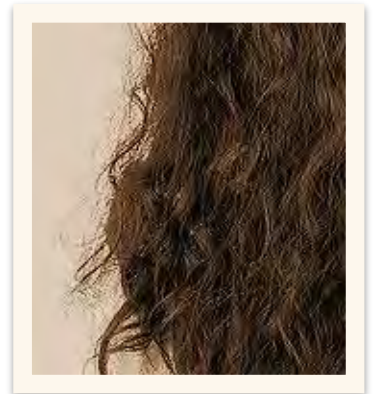
Les différents types de cheveu classé selon l'étude réalisée par L'Oréal.



Type I



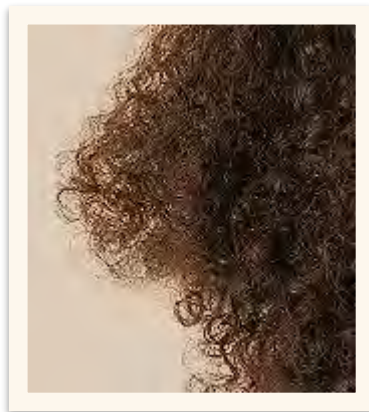
Type II



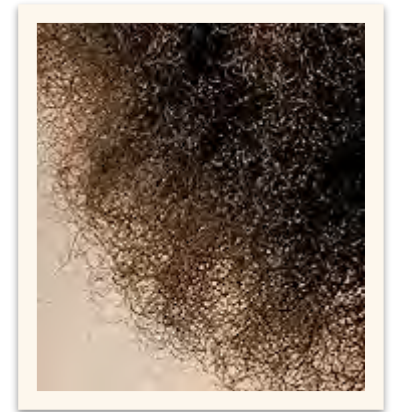
Type III



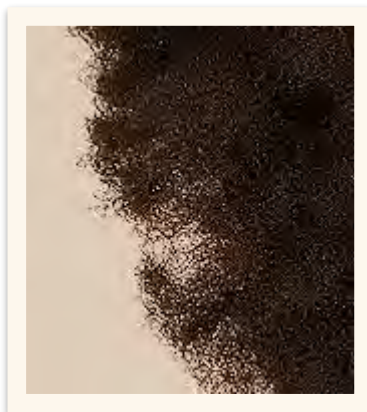
Type IV



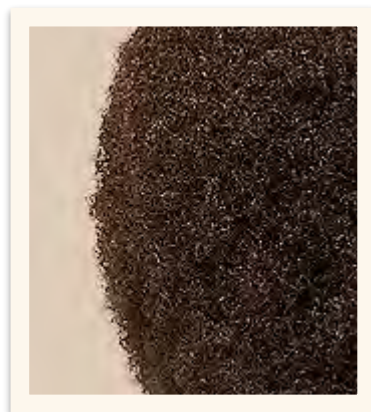
Type V



Type VI



Type VII



Type VIII

Figure 18- Représentation figurative des différents types de cheveu (34)

II. Caractéristiques propres au cheveu négroïde

La classification des cheveux a tout d'abord été basée sur l'origine ethnique. L'autre classification élaborée par le groupe l'Oréal n'est pas utilisée pour la réalisation d'études scientifiques. De ce fait, dans cette thèse le terme cheveu africain ou négroïde sera employé afin de respecter la terminologie scientifique internationale.

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. De ce fait, les spécificités qui seront décrites dans cette partie sont issues de résultats d'études réalisées sur des sujets africains ou afro-américains ne souffrant pas de pathologies dermatologiques et n'ayant pas pratiqué de traitements chimiques agressifs sur leurs chevelures. Les résultats ont été comparés à ceux des deux autres groupes ethniques caucasien et asiatique.

A. 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 (35) 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.

a. Anatomie de la tige pileaire (36) (37) (38) (39)

La tige pileaire 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 pileaire.

La cuticule se referme progressivement autour de la tige pileaire, 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. Leurs tiges ont des sections moins elliptiques qui ressemblent à des formes ovalaires pour les caucasiens et plutôt circulaires pour le type asiatique. Pour déterminer ce paramètre, les chercheurs ont mesuré le pourcentage d'ellipticité des sections des tiges. Plus celui-ci est élevé et plus la section se rapproche d'une forme circulaire.

Pour les africains le pourcentage est de 57(+/- 3)% versus 76(+/- 4)% et 82 (+/- 4)% respectivement pour les sections des cheveux caucasiens et asiatiques. C'est également sur le cheveu africain que l'on retrouve une grande variabilité intra-ethnique de cette ellipticité.

Une autre particularité de la fibre capillaire africaine (40) a été révélée par une étude menée par N.P. Khumalo et son équipe. À l'aide de microscope optique et de microscope électronique à balayage, leurs observations ont permis de constater la présence importante de nœuds 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 19 Observation au microscope électronique à balayage de nœuds présents dans les cheveux africains (40)

b. Composition moléculaire

- La kératine

A. Franbourg et son équipe ont analysé l'organisation moléculaire de la tige pileaire 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 microfibrilles entourées d'une matrice amorphe (36).

- Les lipides

Toutefois, concernant la composition lipidique, les résultats de l'étude de L. Kreplak a mis en avant des différences sur la répartition des lipides entre les cheveux africains et caucasiens. À l'aide d'un synchrotron couplé à un microscope IR, a été analysé le spectre Infra-Rouge des cheveux avant et après délipidation dans une solution ayant un haut pouvoir détergent.

Une importante concentration en radical alkyle a été observée dans le canal médullaire des cheveux caucasiens et une plus faible concentration sur la cuticule et ceci avant un passage dans un bain détergent. Suite à la délipidation, il y a une disparition de ces corps lipidiques qui est visible au travers de la modification du spectre IR.

Pour le cheveu africain, il n'y a pas de différences entre le spectre IR relevé avant et après la délipidation. Donc le cheveu africain contient à l'intérieur de sa structure moins de lipides (41). 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 pileaire. Le cheveu africain, délipidé, est donc moins bien protégé.

- 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 quelque fois dans la cuticule (42). La canitie est un phénomène qui touche le cheveu africain plus tardivement vers l'âge de 44 ans par rapport aux autres types de cheveu vers l'âge de 34 ans pour les caucasiens et fin de la trentaine pour les asiatiques (43) (44).

B. Caractéristique de la croissance (35)

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 et ceci quel que soit le sexe et la région du cuir chevelu analysée.

a. La vitesse de croissance

Le cheveu africain va croître plus lentement que le cheveu caucasien. On mesure une vitesse moyenne de $256 (+/- 44) \mu\text{m}/\text{jour}$ contre $396 (+/- 55) \mu\text{m}/\text{jour}$ pour le cheveu caucasien. Lorsque l'on ramène ce résultat sur une année, cela permet d'évaluer la croissance du cheveu africain à $9,3 (+/- 1,6) \text{cm}/\text{an}$.

b. Le pourcentage de cheveux en phase télogène

Ce paramètre est plus élevé dans le groupe de sujet africain. On observe 18 (+/- 8)% vs 14(+/- 11)%.

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 (45).

C. Propriétés physiques

a. Résistance à la traction (36)

Dans la première partie, il a été évoqué la moindre résistance du cheveu africain soumis à une contrainte mécanique. Ce paragraphe permet d'approfondir les connaissances de cette propriété. Au travers d'une analyse comparant les propriétés mécaniques des trois types de cheveu, A. Franbourg et son équipe 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 (36). Le cheveu africain est donc bien plus fragile que les autres.

Une des pistes qui permet d'expliquer cette fragilité est sa structure hélicoïdale qui s'enroule sur elle-même. Ces torsions aplatissent à certains endroits de cette fibre ayant déjà une importante ellipticité (3).

Une autre explication trouve son origine dans une étude menée par des chercheurs du groupe l'Oréal, spécialistes du cheveu et la peau ethnique. Ils ont analysé la relation entre le diamètre de courbure de la fibre capillaire et la facilité à rompre face à différentes

contraintes mécaniques. Il en ressort que les cheveux qui ont le degré de courbure le plus petit soit l'aspect le plus frisé, sont moins résistants à des contraintes de déformation (46).

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 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 alopecies traumatiques que l'on retrouve chez les femmes ayant des origines africaines.

En effet, dans la partie traitant des pratiques capillaires usuelles de ces femmes, il sera exposé l'ensemble des techniques de coiffage qui tendent systématiquement à allonger le cheveu et donc à favoriser sa rupture puis sa chute.

b. 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 pileaire, 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 et la promesse de le faciliter est souvent un argument marketing affiché sur les produits cosmétiques destinés à cette cible.

Une étude effectuée par Khumalo et son équipe 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. En effet, parmi les 145 cheveux recueillis en moyenne après le peignage seulement 35 % d'entre eux, en moyenne, avaient une racine versus plus de 75 % en moyenne pour les autres types de cheveux (40).

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 entraînant une fragilité et une casse prématurée des tiges pilaires, il est logique de constater une élongation réduite de la chevelure négroïde.

DEUXIÈME PARTIE : Les alopecies traumatiques cosmétiques : étiologies et traitements

Dans cette deuxième partie seront présentées, d'une part les alopecies traumatiques et d'autre part les traitements généraux que l'on utilise pour prendre en charge des alopecies traumatiques. Du fait de l'étiologie commune de ces maladies, les traitements proposés sont souvent semblables. Afin d'éviter la redondance, j'ai fait le choix de présenter les stratégies thérapeutiques employées par les dermatologues d'une part, puis de détailler dans la partie traitement, les molécules qui sont utilisées.

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

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

I. Classification des différents types d'alopecie (47)

A. Alopecie par destruction définitive du follicule pileux

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

a. Les étiologies

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 entraînant 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.

b. Observations cliniques



Figure 20- Folliculite du cuir chevelu (48)



Figure 21-Plaqué alopécique due à un lichen plan pilaire (49)

B. Alopecie induite par inhibition transitoire du cycle pileire

Il a été exposé dans la première partie de ce document, le fonctionnement du cycle pileire. Il a été démontré que différents facteurs d'origine exogène, hormonale ou endogène peuvent influencer sur le fonctionnement physiologique du cycle pileire. Ceci est observé dans ces cas d'alopecies où, le cycle pileire 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.

a. Les étiologies

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 effluvium télogène aigu.

Les origines carencielles manifestant soit une hyposidérémie ou plus grave une cachexie. L'effluvium télogène qui est une synchronisation brutale, d'un nombre important de follicules pileux en phase télogène. Cet événement peut être constaté après un stress (fièvre, stress psychologique, intervention chirurgicale...)

Les origines iatrogènes dues aux médicaments antimétaboliques 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 maintenant ou entraînant les follicules pileux en phase catagène. Cette physiopathologie est observée dans le cas de la pelade.

b. Observations cliniques

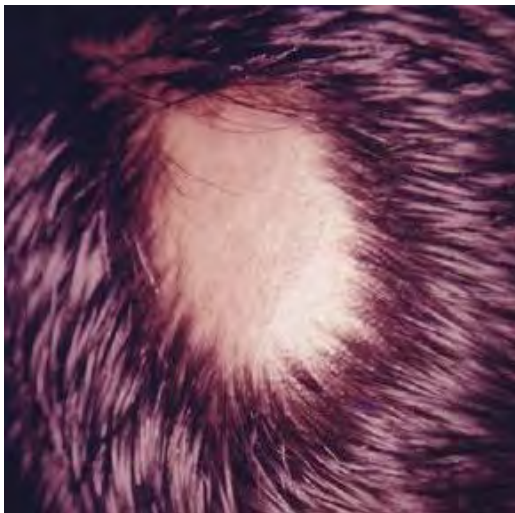


Figure 22-Plaqué alopécique due à une pelade sur le cuir chevelu (50)



Figure 23- - Plaqué alopécique due à une teigne (51)

C. Alopecie Androgénétique (AAG)

Cette pathologie évolutive, sous dépendance génétique, induit une régression puis une miniaturisation du follicule pileux. Ceci est rendu possible à cause de l'action des hormones androgènes. La prévalence de cette pathologie est plus importante chez les hommes que chez les femmes. Elle concerne environ 20% des femmes à l'âge de 40 ans et environ 15% des hommes à l'âge de 20 ans, 30% à 30 ans et 50 % à cinquante ans (52).

a. Étiologie

Dans certaines zones du cuir chevelu, les follicules pileux ont une plus forte activité de conversion de la testostérone en dihydrotestostérone par la 5 α -réductase. La formation de ce métabolite actif augmente la vitesse de renouvellement du cheveu.

Ainsi le follicule pileux épuise plus rapidement son capital de cellules souches folliculaires et la chevelure du patient à certains endroits du cuir chevelu se raréfie. Vers le stade terminal on observe la formation d'un follicule à duvet parfois vide.

b. Observations cliniques



Figure 24 - Alopecie Androgénétique Féminine (53)

II. Les alopecies traumatiques cosmétiques

Les alopecies cosmétiques qui seront exposées dans cette partie 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 entraîneront des alopecies définitives dû à la destruction de ce dernier.

Par ailleurs, toutes ces pratiques capillaires sont transmises de générations en générations tel un héritage culturel. C'est pour des raisons purement cosmétiques que cette population se voit atteinte de ces alopecies.

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

Dans les sous-parties suivantes seront exposées : l'alopecie de traction qui est la plus connue, l'alopecie liée à une dégénérescence du follicule pileux ou encore appelée alopecie cicatricielle centrale centrifuge (ACCC) et l'alopecie chimique. Pour chacune de ces maladies, leur physiopathologie ainsi que leur diagnostic seront exposés et les facteurs responsables de leurs apparitions seront identifiés.

A. Alopecie de traction

Elle fait partie des alopecies traumatiques. Pour se référer à la classification des différentes alopecies, elle est une alopecie induite par inhibition transitoire du cycle pileux. Elle est donc non cicatricielle au début de son évolution. Le maintien de la traction sur la tige pileux va entraîner une destruction définitive du follicule pileux et ainsi induire secondairement une alopecie cicatricielle.

Elle est caractérisée par une perte de cheveux faisant suite à une mise sous tension des tiges pilaires. L'alopecie de traction peut revêtir 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 alopecie chronique. C'est cette forme qui sera détaillée.

a. Epidémiologie

Décrite pour la première fois par un dermatologue autrichien (Trebisch) en 1907, des zones alopeciques définitives sont observées sur les tempes et à l'arrière du crâne, de jeunes femmes vivant dans la région du grand Ouest du Groenland. Elles avaient pour habitude de se coiffer fréquemment avec une queue de cheval (54). Cette même symptomatologie fut décrite au Japon et en Europe au début des années 1930 sur des populations de femmes élaborant des coiffures à l'aide de chignons. C'est en 1940 que le terme alopecie marginale par traction apparut dans la littérature scientifique.

Cette pathologie touche en grande majorité les femmes. On retrouve des cas d'alopecie de traction chez les indiens Sikhs qui ont l'habitude de réaliser leur coiffure quotidienne avec un chignon tiré et dirigé sur le sommet du crâne (55). Les femmes ayant des origines africaines (afro-américaines, afro-caribéennes) et les africaines elles-mêmes se coiffent quasi-systématiquement en tirant sur leurs cheveux. Le cheveu africain étant naturellement plus fragile que les autres types de cheveu, on retrouve une forte prédisposition chez ces femmes à souffrir de cette alopecie de traction. Ceci est confirmé par les chiffres de la prévalence de cette pathologie dans cette population.

On remarque une augmentation du risque avec l'âge. En effet, entre 6 et 21 ans elle touche 17 % de ces femmes; et à partir de 18 ans ce sont 31% d'entre elles qui sont concernées (56).

b. Physiopathologie (57)

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

→ Un stade actif, inflammatoire

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

On peut aussi observer, des pustules autour des racines des tiges pilaires exposées à une forte tension, la formation d'un érythème périfolliculaire visible, sur peau noire, 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'alopecie 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 pilo-sébacé 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 dernier rendra la formation d'un nouveau cheveu impossible. A ce stade on parle d'alopecie cicatricielle irréversible.

Il est donc très important de diagnostiquer très tôt une alopecie de traction afin de permettre au patient de se traiter rapidement pour lui éviter une perte définitive d'une partie de sa chevelure.

c. Observations cliniques

On distingue deux types de localisation de ces plaques alopeciques.

D'une part, on parle d'alopecie de traction marginale lorsque les plaques sont situées sur les zones frontales et temporales (Fig. 25). 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 (57).

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 a tendance à exercer une traction plus intense. Ceci contribue à étendre la dimension des zones alopeciques. Une autre particularité de cette alopecie 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.

Le défrisage des cheveux, fréquemment observé dans cette population, contribue fortement à augmenter la prévalence de cette alopecie. Dans une étude réalisée par P. Khumalo et son équipe en 2008, comptabilisant 574 jeunes filles mineures et 604 femmes, il a été observé davantage de cas d'alopecie 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. Cette étude détermina un ratio de 3,47 (56).

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 25-- Alopécie de traction fronto-temporale (58)

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. La pose de ce mauvais diagnostic aura des effets délétères pour la patiente. En effet, cette alopécie de traction non diagnostiquée évoluera vers une alopécie cicatricielle irréversible (59).

Pour d'autres, c'est la mise en beauté à l'aide de tresses très serrées et collées le long du crâne, qui provoquera la formation d'une bande sans cheveu respectant le tracé de ces tresses.



Figure 26- Alopécie symétrique de traction (60)



Figure 27- Même patiente vue postérieure (60)

d. Diagnostic

Il 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 alopecie de traction.

e. Etiologie

Les pratiques capillaires opérées par ces femmes sont à l'origine de cette pathologie. Des nattes trop serrées près du crâne afin de réaliser un graphisme (Fig.26). Des chignons avec les cheveux trop tirés en arrière. Une technique d'extension capillaire, le tissage (Fig. 20), 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'alopecie 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 dermatites de contact due à la composition de ce produit adhésif et d'importantes chutes de cheveux lorsque les extensions sont retirées (61).



Figure 28 - Nattes collées (62)



Figure 29-Réalisation d'un tissage sur cheveu défrisé (63)

Les tresses libres, effectuées à l'aide d'extension capillaire le plus souvent synthétiques, seront responsables 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 (64).

Les dreadlocks (Fig. 31) sont également des coiffures qui provoquent des alopecies de tractions. Pour réaliser ces coiffures les mèches de cheveu sont enroulées sur elles-mêmes et entre elles. Ce qui a pour conséquence de créer de nombreuses torsions abimant les fibres capillaires fragiles. De plus, avec le temps ces coiffures ont tendance à représenter un certain poids pour les racines. Ce phénomène sera à l'origine de la traction.



Figure 30- Tresses libres appelées "vanilles" zone alopécique visible dans la région temporale (65)



Figure 31 - Dreadlocks du chanteur L. Kravitz (62)

f. Stratégie thérapeutique

La première mesure est d'arrêter tous les traumatismes physiques (coiffures mettant le cheveu sous tension, brossage intensif de la chevelure) et chimiques (défrisage qui augmente la fragilité du cheveu, les ajouts de mèches synthétiques dans les coiffures qui peuvent créer des irritations et une inflammation). Après minimum 6 mois d'arrêt de tout traumatisme, on peut se faire une idée du capital cheveu restant (28).

Le type de traitement proposé dépendra de l'avancement de la pathologie quand la patiente consultera son dermatologue. Si le diagnostic d'alopécie de traction est posé rapidement, c'est-à-dire pendant la phase inflammatoire. La chute de cheveu pourra être réversible. L'arrêt prolongé des traumatismes peut suffire à diminuer l'inflammation. Dans la mesure où une folliculite est présente, on préconisera un traitement antibiotique par voie orale et locale. Des injections de corticostéroïdes intra-lésionnelles peuvent également être instaurées si nécessaire (64).

Une particularité liée à ces femmes ayant des origines africaines est une plus forte prévalence de la carence martiale lorsque l'on pose un diagnostic de fragilité de la tige pileaire. Les causes sont multiples parfois constitutionnelles avec par exemple la drépanocytose ou acquises avec la pratique d'ingestion de kaolin. Un bilan ferrique sera alors utile afin de prescrire une supplémentation en fer si la ferritine est en dessous de 40µg/L (66).

Il pourra être prescrit du minoxidil à 2 ou 5 % durant quelques mois, en prenant garde au phénomène d'hypertrichose qui peut être exagérée chez des patientes présentant un important hirsutisme et appliquant le médicament sur la zone fronto-temporale. Les coulées de minoxidil pouvant être à l'origine de la pousse d'un duvet aisément visible sur ce type de peau (60).

Dans les stades les plus tardifs, lorsque la phase cicatricielle est déjà en cours, le traitement qui sera privilégié est la greffe. Dans la partie suivante évoquant les traitements, il sera expliqué en détail cette procédure.

B. Alopecie chimique caustique

Elle fait partie des alopecies non cicatricielles causées par un traumatisme de nature chimique. L'utilisation fréquente et sur une longue période de produits cosmétiques caustiques seront à l'origine de cette perte de cheveux. Cette dernière sera tout d'abord transitoire puis évoluera vers une alopecie cicatricielle irréversible. Les pratiques incriminées sont souvent celles visant à modifier, de manière permanente, la structure du cheveu. Dans ce document sera traité le procédé le plus utilisé par les femmes ayant un cheveu négroïde : le défrisage.

a. Epidémiologie (67) (68) (69) (70)

Dès 1995, on estimait à 80 % la proportion de femmes afro-américaines ayant déjà utilisé un produit défrisant. On estime aujourd'hui que 2/3 des femmes africaines utilisent le défrisage pour se coiffer plus facilement et obtenir une chevelure plus longue. Cependant, ce produit provoque de nombreux effets indésirables dont l'alopecie chimique. Cette dernière ainsi que l'alopecie de traction font parties des 5 pathologies dermatologiques les plus diagnostiquées chez les afro-américaines.

b. Les défrisants

Le défrisage permet de déformer de façon permanente la structure du cheveu frisé pour le rendre lisse. Pour ce faire, le produit doit être capable de détruire les liaisons covalentes de la protéine de kératine qui sont les ponts disulfures.

Les premiers défrisants chimiques mis sur le marché au début du vingtième siècle, étaient utilisés exclusivement par les hommes. Jugés très corrosifs, leurs formules très rudimentaires contenaient de la soude, du saindoux et des œufs bouillis. C'est à partir de 1960, que les femmes afro-américaines commencèrent à utiliser le défrisant chimique. Au Nigéria, grâce à une étude réalisée par Nnoruka, sur 39 patientes, on constate que le

défrisage est l'opération de transformation de la chevelure indispensable à effectuer avant de coiffer le cheveu africain.

Ces femmes en réalisent en moyenne un par mois (71). Les formules actuelles des défrisants, étant moins agressives que les précédentes, ont contribué à populariser cette pratique. Cela fera presque 60 ans que les femmes utilisent ce procédé chimique pour lisser leur chevelure malgré les effets délétères qu'il provoque encore aujourd'hui et dont elles se plaignent.

- Composition chimique (72)

Les défrisants sont rangés dans différentes catégories en fonction de la composition chimique de leur agent réducteur, responsable de la cassure des ponts disulfures.

On distingue, d'une part, les défrisants à base d'hydroxydes qui regroupent :

- Le défrisant contenant de l'hydroxyde de sodium désigné par le terme « lye relaxer ». Il contient en moyenne 3,5% d'hydroxyde de sodium. Considéré comme très corrosif, ce type de défrisant est de moins en moins populaire.
- Les défrisants sans soude, les « no-lye relaxers ». On retrouve l'hydroxyde de guanidine qui est plus doux, mais ayant un moindre pouvoir défrisant. Les formules contenant de l'hydroxyde de potassium ou de lithium appartiennent à cette catégorie, alors qu'ils possèdent le même effet corrosif et réducteur que la soude.

D'autre part, on retrouve les « thio-relaxer » désignant les défrisants à base de thiols, ou sulfites ou bisulfites. Dans les formules commercialisées, on emploie souvent le thioglycolate d'ammonium. C'est une base faible donc un réducteur faible. On l'utilise plus pour réaliser les permanentes bouclées. Ce réducteur peu puissant possède donc un faible pouvoir lissant mais est beaucoup doux avec les cheveux et le cuir chevelu.

Ces types de défrisant ont également des mécanismes d'action différents qui seront détaillés ci-dessous.

- Mécanisme d'action des défrisants à base de thiols (73)

On distingue différentes étapes dans la réalisation d'un défrisage (3) :

→ Rupture des liaisons disulfures par un agent réducteur et lissage mécanique

Les agents réducteurs sont mélangés extemporanément dans une émulsion eau dans huile. Cette dernière est très épaisse et grasse afin de maintenir plus facilement la chevelure dans une position stable.

Le mélange est appliqué sur la totalité de la chevelure. Les ponts disulfures réticulants sont transformés en thiol. Ce qui permet de faciliter le glissement des chaînes polypeptidiques les unes par rapport aux autres. Un lissage mécanique sera réalisé durant cette étape à l'aide d'un peigne ayant des dents bien espacées. Les liaisons de structure du cheveu étant totalement rompues durant cette étape, ce dernier sera très fragilisé. Il sera donc fortement conseillé de le lisser précautionneusement afin qu'il ne se casse pas.

→ Fixation de la déformation obtenue

Lorsque le temps de pose atteint 20 min maximum, on rince la préparation réductrice avec un shampoing neutralisant. Ce lavage permettra d'éliminer toute la crème grasse réductrice et de diminuer le pH très alcalin caustique. Puis on applique une crème oxydante pour reformer les liaisons disulfures dans la nouvelle configuration de la tige pileuse. On utilise comme oxydant le bromate de sodium qui est plus stable que l'eau oxygénée dans la formulation de crème. Puis on rince cette crème.

→ Application d'un conditionner

A la fin du lissage, il est préconisé de poser un soin restructurant sur la tige pileaire qui a été très abimée par la réduction. Ces produits sont à base de tensioactifs cationiques qui se fixeront facilement sur le cheveu et le gaineront légèrement.

Lorsque l'on utilise un défrisant à base de thiol, les ponts disulfures sont reformés grâce à la réaction d'oxydation qui se fait dans une deuxième étape. Dans les défrisants à base d'hydroxydes les réactions chimiques en jeu sont différentes.

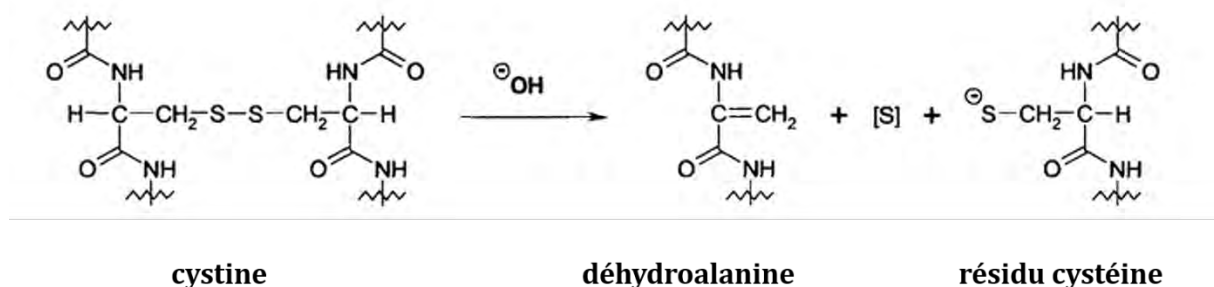
- Mécanisme d'action des défrisants à base d'hydroxydes (73)

Cette fois le défrisage se fait en une seule étape.

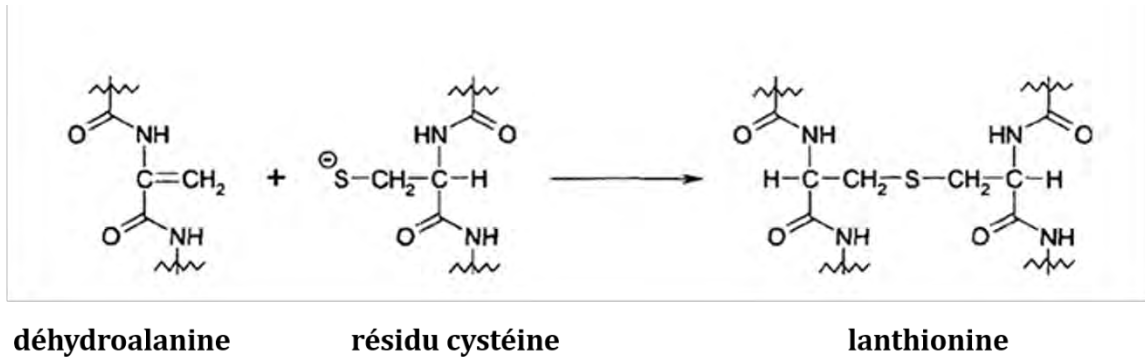
→ Rupture des liaisons disulfures et fixation de la déformation obtenue

Pour ce faire, on réalise une lanthionisation, avec une base forte de la famille des hydroxydes. Elle conduit à remplacer des liaisons disulfures (-CH₂-S-S-CH₂-) par des liaisons lanthionines (-CH₂-S-CH₂-). Cette opération de lanthionisation fait intervenir deux réactions chimiques consécutives :

- La première réaction est une bêta-élimination sur la cystine induite par un ion hydroxyde, permettant la rupture de cette liaison et la formation de déhydroalanine (73).



- La deuxième réaction met en jeu la déhydro-alanine avec un groupe thiol. La double-liaison de la déhydro-alanine (C=CH₂), est une double-liaison réactive. Elle va réagir spontanément avec le groupe thiol du résidu cystéine qui a été formé dans la réaction précédente afin de former une nouvelle liaison appelée pont ou résidu lanthionine (73).



En comparaison avec la première technique, la lanthionisation permet de s'affranchir de l'étape de fixation, car la formation des ponts lanthionine est irréversible.

Par conséquent, la durée des effets de déformations, obtenus avec les thiols par réduction des ponts disulfures puis fixation, est inférieure à celle que l'on peut obtenir par la technique de lanthionisation.

c. Physiopathologie (72)

L'utilisation répétée d'un défrisant sur une longue période et/ou un mésusage du produit qui peut être défini par un temps de pose trop long, va favoriser un terrain propice au développement d'une inflammation chronique du follicule pileux qui fera le lit d'une alopecie cicatricielle future.

Les défrisants auront des effets sur le cuir chevelu d'une part et la tige pileuse d'autre part.

- Effet sur la tige pileaire :

Après un défrisage, le cheveu africain subit une déformation structurelle de sa protéine de kératine. Les défrisants à base d'hydroxyde vont être capable de transformer, environ 35 % de la teneur en cystine des cheveux en lanthionine. Cette molécule ne contenant qu'un seul atome de soufre contribue à affaiblir les fibres capillaires.

Cette perte de force a été démontrée dans une étude réalisée par Khumalo et son équipe (70). L'objectif était de mesurer les variations de concentrations d'acide aminé entre des chevelures non défrisées, des chevelures défrisées sans cassure apparente et des chevelures défrisées qui s'effritent.

Il a été mis en évidence que les cheveux défrisés qui se cassaient, concentraient environ 3 fois moins de cystine que les cheveux non défrisés. Soit 14mg/g pour les cheveux non défrisés versus 3,55 mg/g pour les défrisés qui se cassaient. Ce qui correspond environ au 35% de lanthionine qui remplace la cystine dans la réaction produite lors d'un défrisage.

De plus, les concentrations de cystine relevées dans l'extrémité distale de la chevelure (*partie du cheveu la plus éloignée de la racine donc ayant subi à plusieurs reprises le défrisage*) des personnes défrisées avec ou sans cassure, sont très diminuées. En effet, ces concentrations atteignent des valeurs aussi faibles que celles que l'on observe chez des personnes atteintes de trichothiodystrophie.

Cette maladie est due à une synthèse anormale de sulfures contenus dans la kératine. Les personnes affectées par cette pathologie ont des cheveux courts, épars, fragiles et pauvres en soufre.

Donc la mesure de la concentration en cystine, est un bon marqueur de la force d'un cheveu. Le défrisage accroît fortement la fragilité du cheveu africain et le rend encore moins résistant à la tension qui sera exercée sur lui lors l coiffure responsable de traction.

En outre, si le temps de pose du défrisant est dépassé, la fibre capillaire peut être endommagée. Les effets néfastes sur le cheveu sont d'une intensité variable. On observe un effritement ou une cassure de la tige pileaire dans la majorité des cas, associés à un léger éclaircissement de la couleur naturelle du cheveu. Dans le pire des cas, on peut constater une dissolution des cheveux lorsque le produit défrisant est resté trop longtemps en contact avec la chevelure.

La cuticule du cheveu subit également les effets néfastes du défrisage.

Un des dommages qui survient est le retrait de la couche d'acides gras liés de manière covalente à la cuticule, y compris l'acide 18 méthyleicosanoïque (18 - MEA). Cette couche hydrophobe retarde la pénétration de l'eau dans la tige pileaire. De ce fait, suite un défrisage le cheveu africain devient plus poreux.

De plus, l'élimination de la couche d'acide gras diminue la luminosité de la chevelure ce qui donne une chevelure ternie. L'absence de film gras isolant sur les cellules cuticulaires augmentera leur sensibilité à l'électricité statique. Et enfin, la causticité des hydroxydes affecte également l'état du cheveu en lui donnant un toucher rêche.

- Effet sur le cuir chevelu

Le défrisage étant effectué avec des formules ayant un pH très alcalin situé entre 13,2-13,3, la peau du cuir chevelu subira des brûlures sur les zones où le défrisant restera le plus longtemps en contact. Ce qui correspond aux zones fronto-temporales et à la nuque (74).

Dans l'étude de Khumalo et son équipe, citée précédemment, on observe une diminution significative des concentrations en arginine et citrulline et une augmentation de la teneur en glutamine qui signent une inflammation des tissus cutanés adjacents.

Il a également été démontré que les défrisants peuvent être responsables d'une fibrose et d'une inflammation du cuir chevelu provoquant ainsi une alopecie (75).

D'autres effets indésirables liés à la causticité de la formule ont été recensés au travers d'une étude réalisée sur 250 femmes âgées entre 11 et 60 ans au Nigéria.

Elle a permis de mettre en évidence l'apparition de fortes démangeaisons et irritations (60%) et de pellicules (37%) (76).

d. Observations cliniques

Ces différentes photos permettent d'illustrer le type de dommages que peut provoquer l'utilisation trop fréquente (Fig. 32 et Fig. 34) des produits défrisants ou leurs mauvais usages (Fig. 33).



Figure 32 - Alopecie chimique sur la zone fronto-temporale due à l'utilisation répétée de produit pour permanente (74)



Figure 33 - Cuir chevelu d'une femme ayant été brûlée pendant son enfance par un défrisant laissé poser pendant 45 min (77)

e. Diagnostic

Il repose sur un examen des cheveux et du cuir chevelu du patient ainsi que sur un questionnaire détaillé sur les habitudes de soins capillaires. On observera une chevelure friable cassante et sur le cuir chevelu des signes d'irritations et des pellicules lors des premiers défrisages. La répétition des lissages à froid aura tendance à accentuer l'inflammation et à provoquer l'apparition des zones alopéciques fronto-temporales au départ (Fig 34). Les patientes ayant défrisé leurs cheveux ont des tiges pilaires moins résistantes donc plus sensibles à la traction. L'inflammation résultante de cette tension, infligée par les habitudes de coiffage, favorisera l'apparition d'une alopecie cicatricielle.



Figure 34 - Chevelure cassée par un défrisant, observation de résidus de tiges pilaires raides défrisées sur des racines crépus (64)

f. Stratégie thérapeutique

Tout comme l'alopecie de traction, l'éviction des produits chimiques responsables de cette chute de cheveux doit être effectuée en premier. La prise en charge est la même que pour les alopecies de tractions. (Cf. stratégie thérapeutique alopecie de traction).

C. Alopecie Cicatricielle Centrale Centrifuge (ACCC)

Elle est identifiée dans les alopecies induisant une destruction définitive du follicule pileux. C'est donc une alopecie cicatricielle. On distingue deux types d'alopecie cicatricielle :

- Les alopecies cicatricielles primaires où le follicule pileux est la cible du processus de destruction.
- Les alopecies cicatricielles secondaires où le follicule pileux est détruit de manière non spécifique (78).

La détermination du nom de cette pathologie a suscité de nombreuses discussions depuis sa première identification en 1968 par LoPresti, Papa et Kligman, dans une population de 51 femmes afro-américaines qui défrisaient leurs cheveux à l'aide d'un peigne chaud et d'une substance grasse lubrifiante issue de la pétrochimie. Ce groupe de chercheurs posèrent l'hypothèse que le produit gras servant à lubrifier le cheveu pour faciliter le passage du peigne chaud dans la chevelure crépue, était responsable d'une inflammation chronique du follicule pileux puis de sa dégénérescence. Ainsi, cette pratique était selon eux, à l'origine de la « Hot Comb Alopecia », l'alopecie du peigne chaud comme ils la dénommèrent.

Pendant plus de 20 ans, on conserva cette nomenclature pour désigner cette alopecie cicatricielle que l'on retrouvait spécifiquement sur le vertex, d'évolution centrale et centrifuge et visible très souvent dans la population afro-américaine.

C'est en 1992, que les premiers changements de noms intervenaient avec Sperling et Sau (82). Dans une étude basée sur 10 femmes afro-américaines, ils observèrent les mêmes lésions caractéristiques que dans l'alopecie du peigne chaud, à la différence que les patientes n'avaient jamais utilisé de peigne chaud pour se lisser les cheveux.

Après une analyse histologique des tissus folliculaires, ils constatèrent une dégénérescence du follicule pileux et nommèrent la pathologie « Syndrome de Dégénérescence Folliculaire ».

Ils concédèrent, cependant, que si le peigne chaud n'était pas à l'origine du dysfonctionnement, les pratiques capillaires habituelles de ces patientes comme le défrisage et les tresses exerçant une traction, pouvaient être des catalyseurs de la déclaration de ce syndrome.

Durant la même année, Nicholson et son équipe inventèrent le terme "d'alopecie cosmetique induite chimiquement", pour définir cette alopecie qu'ils avaient observée dans un groupe de 8 jeunes femmes afro-caribéennes qui présentaient les mêmes signes cliniques décrits par Sperling et Sau.

En 1996, Headington(81) réfuta le terme de Syndrome de Dégénérescence Folliculaire pour décrire cette pathologie, soutenant que ce nom définissait une caractéristique d'une anomalie du follicule pileux qui était non spécifique de cette maladie. De plus, ce type de dégénérescence du follicule pileux avait déjà été observé dans des alopecies cicatricielles. Il instaura donc le terme de « Scarring Alopecia in African Americans ».

En 2000, Sperling, Solomon et Whiting (81) diffusent le terme de « Central Centrifugal Scarring Alopecia » (CCSA) pour englober toutes les alopecies cicatricielles débutant du sommet du crâne, dessinant un cercle et évoluant de manière centrifuge. Cela incluait le syndrome de dégénérescence folliculaire qui est une forme de CCSA.

En 2003, la dénomination actuelle de « Central Centrifugal Cicatricial Alopecia » fut établie par la « American Hair Research Society » qui était sponsorisée par le Workshop on Cicatricial Alopecia (81). L'alopecie cicatricielle centrale centrifuge désigne donc bien une alopecie cicatricielle primaire où la perte de cheveux débute au centre du crâne et évolue de manière centrifuge.

a. Epidémiologie (79)

L'alopecie cicatricielle centrale centrifuge est la forme d'alopecie cicatricielle la plus répandue chez les femmes ayant des origines africaines. Sa prévalence chez la femme afro-américaine est élevée. Elle est estimée à 5% (80).

Quelques rares cas décrivent des symptômes identiques chez des femmes caucasiennes. Au sein de la population noire, la prévalence de la pathologie est en faveur de la femme. En 1994, Sperling et Sau avaient déterminé un rapport 3,1 femmes pour un homme pour ces cas de Syndrome de Dégénérescence Folliculaire. Actuellement la description et le nom de la pathologie ayant changé, R. Cochran et son équipe pensent que ce ratio est encore plus élevé et en faveur de la femme (81).

b. Physiopathologie (82) (83)

La détermination des mécanismes responsables de cette maladie ne sont complètement connus à ce jour. Plusieurs hypothèses et facteurs de risques sont possibles. Cependant, il a été reconnu que les cheveux de ces patientes subissent de façon régulière des agressions chimiques (le défrisage) et mécaniques (la traction).

Ces traumatismes provoqueraient une inflammation chronique des cellules du follicule pileux. Plus précisément, on observe une dégénérescence prématurée de la gaine épithéliale interne et une migration du cheveu vers la gaine épithéliale externe. Cette sortie prématurée du cheveu en formation de sa gaine interne, serait à l'origine d'une inflammation entraînant la formation d'un infiltrat lymphocytaire. Suite à cela, un tissu fibreux s'agrège autour du follicule pileux.

Dès lors que l'inflammation se chronicise, un infiltrat granulocytaire s'ajoute et amplifie la réaction inflammatoire. Les cellules souches du follicule pileux, logées dans la région du bulge, sont également touchées par ces réactions inflammatoires répétées, et lorsqu'elles sont détruites, elles engendrent une dégénérescence du follicule pileux qui ne pourra plus produire de cheveux.

On observe également dans cette maladie, la perte de la glande sébacée et le maintien du muscle arrecteur du poil.

c. Observations cliniques

Dans la forme classique d'alopecie cicatricielle centrale centrifuge, on observe chez ces patientes une localisation et une évolution précise de cette alopecie cicatricielle. En effet, l'alopecie débute sur le centre du scalp qui présente une zone circulaire, sans cheveux, lisse, parfois brillante et sans zone inflammatoire apparente (Fig. 33). L'alopecie est chronique et sa progression permet une expansion de la plaque alopecique de manière centrifuge (81).

Très récemment, en 2015, il a été identifié des formes multifocales (Fig. 32), postérieures et latérales qui dépendent du mode de coiffure et de la nature des tractions (84). En observation clinique simple, cette forme d'ACCC peut inciter à poser un diagnostic d'alopecie de traction. Or, la réalisation d'une analyse histologique de ces zones alopeciques permet de mettre en évidence une alopecie cicatricielle primaire.



Figure 35 - ACCC, les lésions alopeciques sont réparties entre les tresses (84)



Figure 36- ACSC, stade avancé, avec localisation initiale étendue sur la zone frontale (85)

d. Diagnostic (86)

Les alopecies cicatricielles sont assez difficiles à diagnostiquer. Le diagnostic repose sur trois éléments tous aussi importants. Tout d'abord l'interrogatoire précis visant à retracer les circonstances de la survenue de la pathologie, à rechercher des localisations autres que le cuir chevelu (afin d'éliminer des maladies auto-immunes comme le lupus érythémateux) et enfin à découvrir les habitudes de soins capillaires des patientes.

Ensuite on procède à l'examen soigneux des zones alopeciques avec une loupe ou un dermatoscope.

On recherche les signes d'une alopecie cicatricielle primaire qui sont :

- Des espaces irréguliers entre les cheveux ; on parle de « touffetage du poil »
- Des érythèmes ainsi qu'une desquamation et une hyperkératose périfolliculaire peuvent être visibles.
- Une dépigmentation et des douleurs sur la zone inflammatoire.

Avec un œil exercé, l'utilisation d'un dermatoscope peut suffire à poser un diagnostic d'alopecie cicatricielle. Cependant, dans d'autres circonstances des diagnostics différentiels peuvent être posés.

Dans le cas de l'ACCC, on doit écarter deux autres possibilités que sont :

- L'alopecie androgénétique qui peut être envisagée car la localisation des zones alopeciques situées sur le vertex peut faire penser à cette pathologie surtout quand les patientes sont déjà ménopausées.
- L'alopecie de traction qui est probablement évoquée de par l'origine ethnique de la patiente et lorsque la localisation de l'ACCC est multifocale.

Afin d'éliminer ces alopecies non cicatricielles, le dernier outil diagnostique est la biopsie de la zone alopecique. Elle permet de confirmer une alopecie cicatricielle et de la caractériser.

Dans le cas de l'ACCC on distingue sur les coupes histologiques de certains follicules pileux :

Au stade précoce de la maladie :

- Une desquamation de la gaine épithéliale interne (pas caractéristique de l'ACCC) remplacée par du tissu fibreux.

Dans la phase active de la maladie :

- Un infiltrat lymphocytaire entourant le follicule pileux qui marque une inflammation.
- La présence de tissu fibreux tout autour du follicule.

Au stade avancé de la maladie :

- Une inflammation périfolliculaire granulomateuse

Série de coupes histologiques de follicules pileux

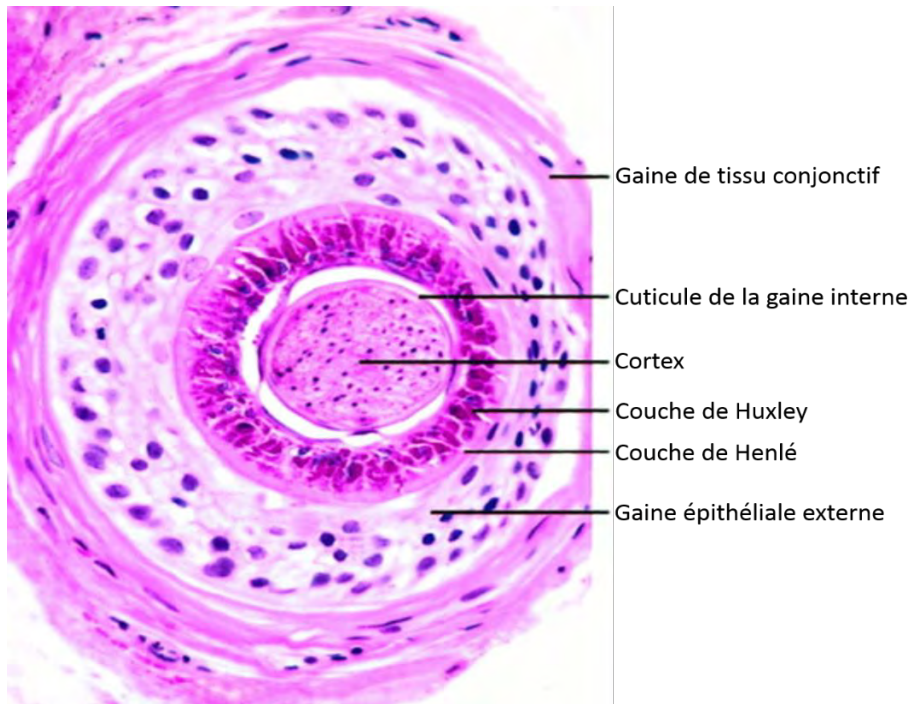


Figure 37- Coupe histologique d'un follicule pileux humain normal (87)

La coupe histologique ci-dessous (Fig.38), est celle d'un follicule pileux, réalisée au niveau de l'isthme chez un patient atteint d'alopecie cicatricielle centrale centrifuge au début de sa maladie.

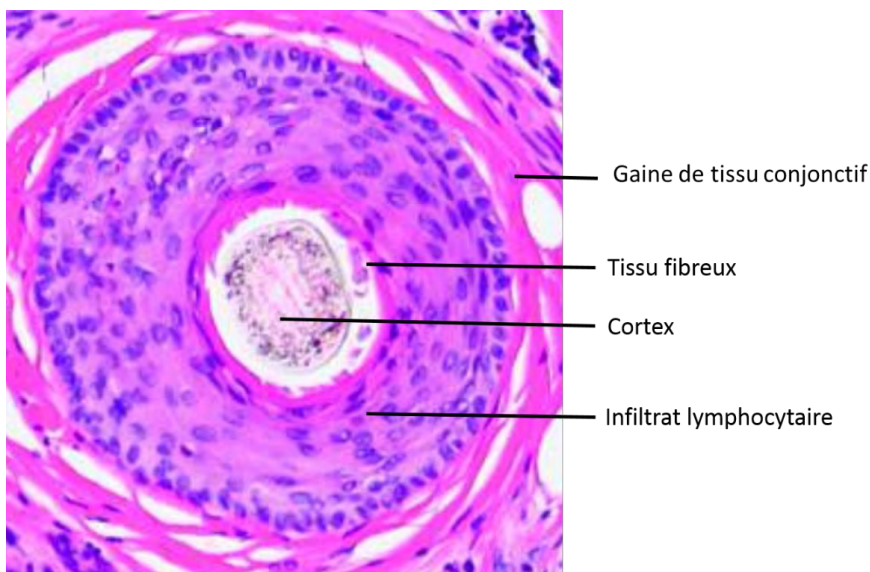


Figure 38- Coupe histologique d'un follicule pileux d'un patient atteint d'une ACCC phase active de la maladie) (88)

On remarque une perte totale de la gaine épithéliale interne qui entourait le cortex. Ce phénomène entraîne un début d'inflammation et la formation d'un fin tissu fibreux entourant le cortex. Cela se traduit en clinique par une desquamation périfolliculaire.

Pour comparaison, un follicule normal ci-dessus (Fig.37), possédant toutes ces gaines épithéliales.

Ce dernier follicule (Fig.39), est sectionné au niveau de l'infundibulum inférieur, chez un patient atteint d'alopecie cicatricielle centrale centrifuge, à un stade avancé de sa maladie. Le follicule est marqué par une atrophie épithéliale et une sévère fibroplasia lamellaire périfolliculaire qui signent la présence d'une inflammation chronique.

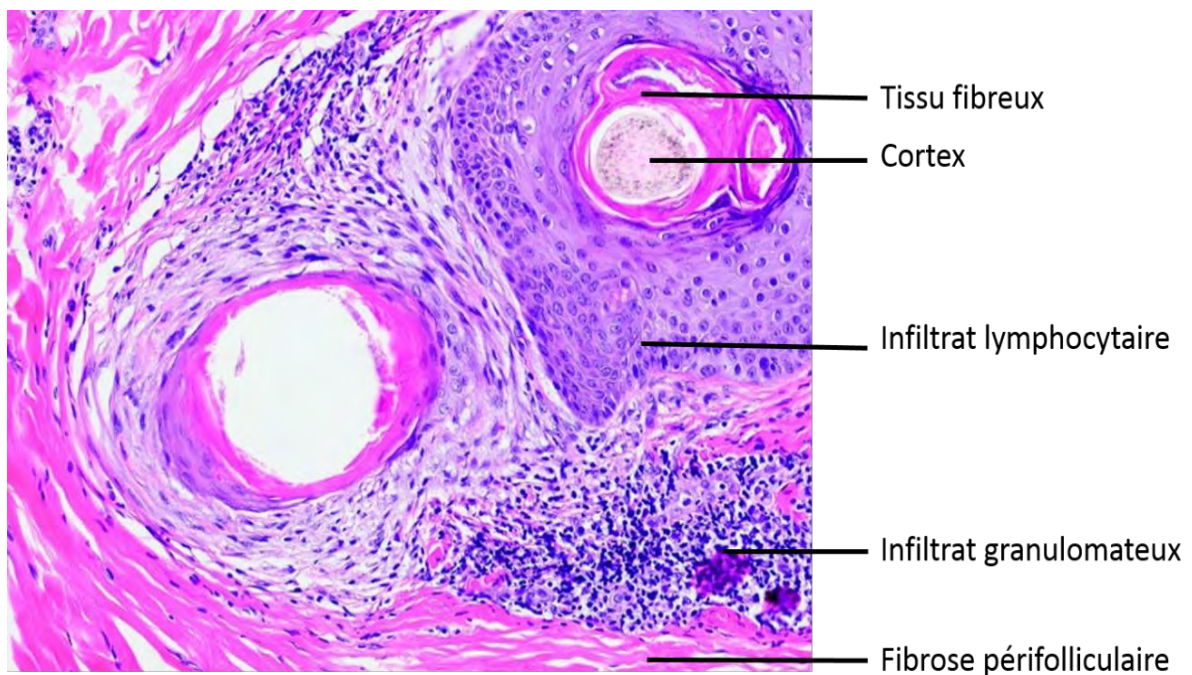


Figure 39- Coupe histologique d'un follicule pileux d'un patient atteint d'une ACCC stade avancé de la maladie) (88)

e. Etiologie

A ce jour l'origine exacte de cette pathologie n'est pas connue. Différentes hypothèses coexistent afin d'expliquer l'épidémiologie de cette maladie. En effet, on constate que cette maladie est la première cause d'alopecie cicatricielle chez les femmes ayant des origines africaines. De plus, leurs habitudes de coiffage traumatisantes (défrisage à chaud et à froid, la traction exagérée des tiges pilaires) a permis à différents chercheurs que sont LoPresti et Sperling (82) de les identifier comme des facteurs déclencheurs de cette pathologie. D'autres études d'Headington (89), Nnoruka (71) confirment ce lien de causalité.

Cependant, une étude de 2012 réalisée par Ncoza C. Dlova, émet l'hypothèse d'une composante génétique de cette maladie. La transmission autosomique dominante à pénétrance variable serait une voie d'explication. Ce gène non encore identifié, serait responsable d'une anomalie de la gaine épithéliale interne. Cette dernière serait trop fragile et permettrait à la tige pileuse de sortir du follicule. Cet événement est l'élément déclencheur d'une inflammation chronique et de la fibrose périfolliculaire (90).

f. Stratégie thérapeutique

La manière de prendre en charge les patients atteints d'Alopecie Cicatricielle Centrale Centrifuge ne fait pas l'unanimité. Cependant, tous les spécialistes s'accordent sur le fait qu'il est indispensable, tout d'abord, d'opérer un arrêt total de toutes les pratiques capillaires qui pourraient être responsables du déclenchement de la maladie.

De plus, comme dans toutes les alopecies traumatiques susceptibles de devenir des alopecies cicatricielles, il est très important de prendre en charge le patient le plus tôt possible. C'est davantage le cas avec cette pathologie puisque, cette alopecie cicatricielle primaire cible en tout premier lieu la destruction du follicule pileux.

Différentes équipes de chercheurs et médecins ont proposé des schémas thérapeutiques.

Au sein du centre de dermatologie multiculturel de l'hôpital Henry Ford, les médecins proposent un traitement permettant de soigner les symptômes de l'inflammation du patient en détectant des signes de démangeaisons, de tensions et de paresthésie, plutôt que de s'en tenir aux coupes histologiques témoignant de l'état inflammatoire des cellules folliculaires.

Leur traitement comprend (81) :

- Des corticoïdes topiques à appliquer quotidiennement jusqu'à stabilisation, ensuite la dose sera réduite à 3 fois par semaine en entretien.
- Des injections intra-lésionnelles de corticostéroïdes avec des concentrations pouvant aller jusqu'à 10mg/mL une fois par mois durant 6 mois.
- Des cyclines (tétracyclines ou minocycline) pour une durée de 6 mois minimum uniquement dans les cas sévères.
- Des traitements pour la dermatite séborrhéique peuvent être ajoutés afin de calmer le prurit. Ce qui implique de réaliser un shampoing par semaine.

Ce protocole a démontré une efficacité sur des cas d'ACCC qui avait été pris en charge très tôt.

Autre traitement proposé par Sperling et son équipe qui ont traité des patients atteints d'ACCC en phase inflammatoire, en associant une forte dose de corticostéroïdes topiques avec 500 mg de tétracycline deux fois par jour pendant 6 mois. Ensuite les doses de médicaments sont graduellement diminuées jusqu'à être totalement arrêtées, lorsque l'absence d'inflammation dure un an (91).

Pour les patients en phase cicatricielle, les traitements proposés sont souvent des techniques de camouflages des plaques alopéciques. Cela peut être des perruques, des sticks colorants les cheveux, des tatouages.

La greffe est une solution qui ne fonctionne pas très bien dans leurs cas, car l'emplacement du follicule pileux a été envahi par un tissu cicatriciel. Cette circonstance réduit les chances de succès de la greffe de cheveux.

III. Exploration clinique et traitements

Les médicaments proposés dans le traitement des alopecies traumatiques permettent d'enrayer le processus inflammatoire, de combattre ou prévenir l'infection bactérienne et de stimuler la croissance des cheveux et dans la mesure du possible d'en greffer de nouveau sur la zone alopecique.

Cependant, afin de réaliser un bon diagnostic de la pathologie et de quantifier l'efficacité des traitements mis en place, il est important de caractériser l'état initial du patient grâce à une exploration de son cuir chevelu et de sa chevelure. Pour ce faire, différentes techniques existent et seront détaillées dans cette première partie.

A. Exploration clinique du cuir chevelu et des cheveux (28)

Elle doit être faite de manière attentive, avec un excellent éclairage et à l'aide d'une loupe ou d'un dermatoscope. Cette exploration est systématiquement accompagnée au préalable d'un interrogatoire de la patiente ou anamnèse pour orienter le type d'exploration clinique à effectuer. Ce questionnement permettra de déterminer certains paramètres tels que :

- La date de début de chute de cheveux pour estimer son ancienneté
- Les circonstances de la survenue de cette chute
- L'évolution dans le temps afin de savoir si la chute est aigüe ou chronique
- Les modalités de coiffage
- L'usage de médicaments provoquant des effluviums
- La présence de troubles généraux, maladie chronique (asthénie, hyposidérémie,...)
- Les antécédents familiaux
- La présence de pellicules et de douleurs sur le cuir chevelu

Puis l'exploration du cuir chevelu et de la chevelure est faite grâce à divers examens qui permettent d'établir un diagnostic précis. L'anamnèse permettra d'orienter sur le type d'exploration que le médecin souhaitera pratiquer. Cependant, une étape reste indispensable : l'examen de la chevelure et du scalpe qui recèlent de précieuses informations.

a. Examen de la chevelure et du cuir chevelu

L'examen de la morphologie du cheveu permet de recueillir de précieuses informations pour caractériser le type d'alopecie en présence.

En effet, des cheveux d'aspect sec ou terne seront évocateurs d'une hypotrichose, d'une malnutrition ou d'affections carencielles.

L'observation de cheveux de petits calibres qui seraient plus courts et plus fins sont qualifiés de cheveux intermédiaires et signalent donc une miniaturisation du bulbe pileux. Au fur et à mesure des cycles pileux, ces cheveux situés sur les zones où la chevelure est clairsemée, contribuent à poser le diagnostic de l'alopecie androgénétique.

Dans le cas de cheveux en forme de « point d'exclamation » observés à la loupe, en bordure des zones alopeciques, l'hypothèse d'un cas de pelade pourra être émise. Un examen, plus invasif qu'est la biopsie permettra de confirmer ou d'infirmier ce diagnostic.

La distribution de l'alopecie permet de distinguer une forme diffuse observable dans le cas d'effluvium télogène, d'une alopecie circonscrite dans le cas de pelade ou de teigne amiantacée. Des localisations très spécifiques sont également distinguables: les alopecies bitemporales et ou tonsurales dans l'alopecie androgénétique, l'alopecie en bordure ou marginale dans le cas de l'alopecie de traction et l'alopecie du vertex chez la femme avec un cheveu africain évoquant une alopecie cicatricielle centrale centrifuge.

L'aspect cutané du cuir chevelu est parfaitement qualifié grâce au dermatoscope. On peut ainsi distinguer une alopecie cicatricielle, où l'on remarquera des plaques alopeciques irrégulières, avec persistance de cheveux d'aspect normal et la présence d'érythème périfolliculaire, de fibrose et d'atrophie cutanée, d'une alopecie non

cicatricielle où les plaques observées seront circulaires, régulières avec un état cutané normal et une absence totale de cheveu sera notable.

b. Le trichogramme

Il permet d'établir de façon objective le diagnostic d'alopecie grâce à la détermination de la formule pileaire. On en retira les pourcentages de cheveux en phase anagène, catagène et télogène. Lorsque le pourcentage de cheveux en phase télogène est compris entre 13 et 17%, le résultat est normal. Dans la situation où l'on dépasserait les 25% de cheveux en phase télogène, le patient souffrirait de chute de cheveux.

On pourra également faire le rapport entre le nombre de cheveux en phase de croissance et ceux en phase télogène. Ce ratio est un indice de la capacité de croissance des cheveux. Lorsqu'il est supérieur à 5, on se situe dans la normalité.

En pratique, les cheveux ne seront pas lavés dans les 48h qui précèdent l'examen et ne seront pas brossés ou peignés la veille et le jour de l'examen. Ce dernier consiste à arracher d'un coup sec une quarantaine de cheveux sur 3 zones spécifiques du cuir chevelu que sont le sommet du crâne, la région temporo-pariétale et l'occiput. Ceci car dans 3 zones, les cheveux ont une vitesse de croissance différente.

On observera au microscope les racines et le diamètre des cheveux qui seront différents en fonction du stade auquel ils se trouvent.

- Au stade anagène, le bulbe est large, foncé et entouré par toutes les gaines épithéliales qui apparaissent translucides.
- Au stade catagène, le bulbe se décolore et prend un aspect effilé, en « queue de radis ». Le diamètre de la racine est inférieur à celui de la tige.
- Au stage télogène, le bulbe est massué, clair est entouré d'un « sac épithélial » provenant de l'évolution des gaines épithéliales revêtant un aspect en « coton-tige ».

Intérêt :

- Peut aider à déterminer l'étiologie de certaines chutes de cheveux.
- Pour les chutes de cheveux diffuses
- Chez l'enfant, il permet de diagnostiquer le syndrome des cheveux anagènes caducs
- Pour quantifier l'importance de la chute et suivre l'efficacité d'un traitement.

c. Le phototrichogramme

Cet examen est une variante du trichogramme. C'est une étude macrophotographique du cheveu et du cuir chevelu. Elle permet par examen direct d'une même aire rasée du cuir chevelu, d'apprécier la densité capillaire et le rapport entre le nombre de cheveux en phase anagène et en phase télogène.

En pratique, on rase une zone de 8mm x 8mm avec une tondeuse standardisée. Une première photographie de cette surface est effectuée avec une vidéo caméra. Grâce à un logiciel spécialisé (Trichoscan™), on comptabilise le nombre exact de cheveux. Deux jours plus tard, on réalise une nouvelle photographie afin de comptabiliser à nouveaux les cheveux. Ce logiciel spécialisé permettra de déterminer le nombre de cheveux total, le nombre de cheveux en phase anagène et le nombre de cheveux en phase télogène.



Délimitation de la zone de surveillance



Réalisation de la macrophotographie



Résultat de la macrophotographie

Figure 40- Protocole de réalisation d'un phototrichogramme (92)

Intérêt :

- Suivre avec précision l'efficacité d'un traitement
- Suivre l'évolution des chutes de cheveux localisées, évolutives et cicatricielles
- Détermination du rapport anagène sur télogène

d. Test de traction manuelle

Ce test doit être réalisé sur une chevelure non lavée durant 48h. Le prélèvement est effectué sur trois zones distinctes du cuir chevelu. Ce test simple, consiste à pincer entre le pouce et l'index une mèche constituée d'une dizaine de cheveux. Le médecin la tire légèrement afin de déterminer le nombre de cheveux qui cède avec cette légère tension. On le considère comme normal lorsque le résultat permet de recueillir entre 1 à 3 cheveux par zone testée. Le résultat obtenu est échelonné comme indiqué dans le tableau ci-dessous.

+	3-4 cheveux
++	5-6 cheveux
+++	Supérieur à 6 cheveux

Intérêt :

Permet de distinguer un effluvium télogène classique d'une fragilité de la tige pileaire. En effet, chez les patientes ayant des habitudes de coiffure traumatisantes, il n'est pas rare de recueillir des plaintes évoquant une absence de pousse. Ce qui est le cas, car le cheveu se fragmente aisément lorsqu'il a été sensibilisé lors d'agressions chimiques répétées (défrisage). Une hygrométrie insuffisante, comme constaté dans les pays ayant un climat continental, va accentuer cette fragilité (93).

e. La biopsie (94)

Etant un examen invasif, elle est souvent utilisée pour écarter certains diagnostics différentiels. Dans le cas des alopecies traumatiques, le tableau des symptômes d'une alopecie cicatricielle centrale centrifuge peut faire penser à une alopecie androgénétique. Concernant les alopecies de traction, on peut les confondre avec une alopecie frontale fibrosante ou une alopecie cicatricielle centrale centrifuge diffuse. La biopsie permet de lever le voile sur ces incertitudes.

La réalisation de la biopsie se fait sur la zone encore active où l'inflammation est encore présente, soit à la périphérie de la plaque alopecique. Deux prélèvements de 4 mm d'épaisseur sont effectués. Un prélèvement est réalisé sur une section transversale et l'autre sur une section verticale. Les échantillons seront préparés (coloration) puis solidifiés dans un bloc de paraffine. Ce dernier est ensuite coupé en fine lame grâce à un microtome. Les coupes seront observées au microscope optique. Des infiltrats lymphocytaires sont observables lors d'une alopecie cicatricielle centrale centrifuge.

B. Les traitements médicamenteux

La mise en place de ces traitements a pour objectif de réduire la progression de la maladie et de combattre les symptômes de la maladie. La repousse des cheveux est un pronostic que l'on pourra déterminer suite à l'arrêt de l'évolution de la maladie. Ce qui est certain, c'est qu'il n'existe pas de traitement unique pour ces patients, les différentes molécules médicamenteuses qui seront présentées ne font pas l'objet de posologie unanime. En fonction de la réceptivité et de l'évolution de la pathologie le médecin adaptera son traitement (95).

a. Les traitements à visée anti-inflammatoire

Le risque pour les patients atteints d'alopecie cicatricielle est de voir la disparition définitive des cheveux sur la zone touchée. Ceci à cause de l'inflammation chronique. En fonction de la nature de l'infiltrat présent autour du follicule pileux les stratégies thérapeutiques seront différentes. Dans le cas d'un infiltrat lymphocytaire comme dans l'Alopecie Cicatricielle Centrale Centrifuge, on utilisera des anti-inflammatoires à un très fort dosage afin de réguler voir stopper le processus inflammatoire rapidement.

Par voie orale il pourra être prescrit (96):

- De l'hydroxychloroquine qui est un antipaludique ayant une action immunosuppressive, une action anti-inflammatoire et il préserve l'action des corticostéroïdes. Son utilisation nécessitera de faire des examens ophtalmologiques, des prises de sang afin de vérifier, la formule sanguine et l'état hépatique. Le traitement durera entre 3 et 6 mois à hauteur de 200mg deux fois par jour.
- Du mycophénolate mofétil qui est utilisé en seconde intention pour les patients n'ayant pas répondu à l'hydroxychloroquine. C'est un immunosuppresseur qui a l'AMM pour le traitement antirejet des patients ayant subi une transplantation cardiaque, rénale ou hépatique. Il va limiter la prolifération des lymphocytes T

activés. Dans le cas d'une alopecie cicatricielle avec une forte inflammation due à une prolifération importante de lymphocytes, ce médicament sera utilisé en première intention.

- Des tétracyclines (doxycycline ou minocycline) sont des antibiotiques qui ont démontré une activité anti-inflammatoire. Leur posologie est de 500mg deux fois par jour à raison de 6 mois de traitement.

En association avec ces traitements par voie systémique, des traitements par voie topique y seront associés.

Ces médicaments seront appliqués directement sur la zone alopecique.

- Les immunosuppresseurs topiques : le tacrolimus sous forme de pommade à 0,03% et le pimécrolimus sous forme de crème à 1%, vont inhiber notamment la formation des lymphocytes cytotoxiques. Leur usage sur le long cours ne provoque pas d'atrophie cutanée comme les dermocorticoïdes, ni de tachyphylaxie.
- Les injections intralésionnelles de corticoïdes : le triamcinolone acétonide est un anti-inflammatoire stéroïdien qui appartient à la famille des corticoïdes de synthèse. Il est utilisé pour son effet anti-inflammatoire puissant et prolongé. Il est injecté directement dans les zones enflammées symptomatiques du cuir chevelu. Le dosage est compris en 2,5 et 10mg/ml. Il possède, à efficacité égale, moins d'effets indésirables que la cortisone naturelle. L'effet de ce médicament dure de 3 à 6 semaines.



Figure 41-Technique d'injection intralésionnelle de corticostéroïdes en périphérie de la zone alopecique (64)

b. Les traitements anti-infectieux

Dans ces alopecies traumatiques, notamment dans les alopecies de traction, une folliculite peut se déclarer durant la phase inflammatoire (Fig.39). On peut également chercher à la prévenir en mettant en place une antibiothérapie. Le germe identifié est souvent le *Staphylocoque doré*. On utilise souvent comme traitement la doxycycline à 100-200 mg/j, pendant une durée de 6 mois en moyenne afin prévenir les récurrences.



Figure 42- Follicule due à une alopecie de traction (97)

c. Le minoxidil

Ce médicament tient une place à part dans le traitement de la chute de cheveux. Cet antihypertenseur (à l'origine), est utilisé par voie locale pour stimuler la croissance des cellules du follicule pileux. On ne connaît 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 pileuse 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 pour à disposition, le 2% indiqué pour les hommes et les femmes et le 5% qui a l'AMM pour les hommes uniquement en France.

La posologie est de 1ml deux fois par jour pendant 3 mois minimum. Dans le cas des alopecies 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 alopecie 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. Ceci permet une application plus précises dur la zone à traiter et à éviter les cas d'allergies au propylène glycol.

C. Les traitements chirurgicaux

Dès lors que la phase inflammatoire est stabilisée, que la maladie n'évolue plus et que la patiente a supprimé toutes les sources de traumatisme, on peut dans certaines conditions envisagées une implantation de nouveaux cheveux à partir de ceux restants. Ce document traitant des alopecies traumatiques chez les femmes ayant des origines africaines, seules les techniques de greffes qui leurs seront adaptées seront exposées. Cette liste sera donc volontairement non exhaustive.

a. Principe de la greffe capillaire (28)

Il repose sur l'existence de la couronne hippocratique. Cette zone d'implantation des cheveux est programmée pour durer plus de 120 ans. Ceci est rendu possible par le fait qu'elle est insensible aux stimulations des androgènes qui sont responsables des alopecies androgénétiques masculine et féminine.

De ce fait l'objectif de la greffe est de prélever des cheveux de cette 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.

Les premières chirurgies correctrices de la calvitie ont commencé au début du XX^{ième} siècle avec la mise au point de la technique des lambeaux verticaux. Cette dernière consiste à prélever, dans la zone donneuse, une bande de cuir chevelu de taille variable et à la suturer sur la zone alopecique. Les cheveux longs sont conservés ainsi que la vascularisation du lambeau. Ce procédé encore utilisé est préconisé pour la correction des alopecies frontales masculines stabilisées.

C'est après la seconde guerre mondiale, soit en 1957, que Docteur Norman Orentreich mit au point le greffe de cheveux. Cette démarche consistait à transplanter des greffons de cuir chevelu de 3 à 4 mm de diamètre, contenant 10 à 25 cheveux de la région occipitale (site donneur) du cuir chevelu pour les réimplanter dans la zone receveuse. Cette intervention était réalisée, dans la plupart des cas, chez les patients de sexe masculin atteints d'alopecie androgénétique. Le résultat était inesthétique. En effet, la transplantation d'une dizaine de cheveux au sein d'un follicule pileux donnait un aspect de « cheveux de poupées ».

En 1995, Bernstein et son équipe (28) développèrent la transplantation d'unité folliculaire. Ces unités sont des petits fragments de cuir chevelu contenant de 1 à 3 cheveux chacune. Elles sont également dénommées microgreffons. Chaque unité folliculaire sera réimplantée dans un follicule pileux afin de recréer l'émergence d'une chevelure naturelle soit l'implantation de 2 à 3 cheveux par follicule pileux.

De ce principe découle deux techniques de microgreffe :

- Par Segmentation d'Unité Folliculaire
- Par Extraction d'Unité Folliculaire

Elles diffèrent par le mode de prélèvement des unités folliculaires. Ce sont ces techniques qui seront indiquées dans la prise en charge chirurgicale des alopecies de traction ou cicatricielle pour les patients ayant des cheveux africains. Par conséquent, elles seront détaillées dans la partie suivante.

b. Les différentes techniques de microgreffe

L'indication de la greffe de cheveux repose sur l'établissement d'un diagnostic d'alopecie et un pronostic d'alopecie définitive validée par un phototrichogramme digital. Le choix d'une technique par rapport à une autre dépendra de critères tels que l'étendue et la localisation de l'alopecie, l'âge, le sexe et les particularités individuelles de chaque patient.

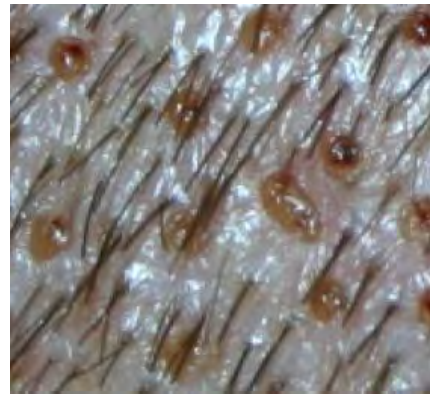
De plus, on déterminera au préalable les paramètres de croissance du cheveu afin de connaître sa densité, sa vitesse de croissance, son calibre et le pourcentage de cheveux miniaturisés versus celui de cheveux normaux. Ceci permettra de pronostiquer le degré d'évolutivité de l'alopecie et les capacités de la zone donneuse pour les années suivant l'intervention.

- La greffe par Extraction d'Unité Folliculaire (110)

Cette technique nécessite de raser au préalable la zone donneuse du cuir chevelu. Par la suite des extractions d'unités folliculaires de 1 à 3 cheveux sont réalisées à l'aide de micropunches de 0,8 à 1 mm de diamètre. Effectuée manuellement, il est possible de d'extraire et de réimplanter jusqu'à 2000 cheveux en une séance qui dure entre 2 et 4 heures. Les cheveux réimplantés sont très courts puisqu'ils sont extraits d'une zone qui a été auparavant rasée. À la sortie de la séance le patient ne percevra pas de changement.



Zone donneuse sur un cuir chevelu rasé



Extraction des Unités Folliculaires



Unités Folliculaires extraites

Unités Folliculaires réimplantées dans la zone receveuse

Figure 43- Photos des différentes étapes de la réalisation de la greffe (23)

Critères de choix pour cette technique :

- Patient possédant une densité capillaire suffisante sur la zone donneuse.
- La souplesse du cuir chevelu est insuffisante pour la réaliser le prélèvement d'un lambeau de tissu sur le cuir chevelu
- Patient acceptant d'être rasé sur une zone du scalpe
- Patient ne souhaitant pas avoir une cicatrice linéaire mais acceptant de minuscules cicatrices cylindriques.

- La greffe par Segmentation d'Unité Folliculaire

Encore appelée greffe par segmentation à cheveux longs, elle présente l'avantage de donner un résultat visible juste après l'intervention. Après sélection de la zone donneuse, un lambeau de peau du cuir chevelu de 20 à 30 cm de long sur un 1cm de large sera prélevé. Par la suite, une suture linéaire, fine, horizontale sera réalisée afin d'être quasiment imperceptible.

Cette bande sera fragmentée en unité folliculaire contenant 1 à 3 cheveux, ceci sous microscope. Jusqu'à 4000 cheveux peuvent être préparés puis implantés en une séance. Cette technique offre la possibilité de choisir l'axe d'émergence du cheveu, les

orientations et les obliquités. De plus elle permet de créer des lignes d'implantation irrégulières pour recréer par exemple, une ligne frontale antérieure ayant un rendu très naturel.

Critères de choix pour cette technique :

- Patient ne souhaitant pas être rasé,
- Patient possédant un cuir chevelu souple dans la zone donneuse
- Patient souhaitant une reprise rapide de l'activité professionnelle
- Patient ayant une bonne densité moyenne sur la zone donneuse

Le patient ayant des cheveux africains possède des particularités génétiques dont il faudra tenir compte afin de maximiser les chances de succès de la greffe capillaire.

c. Particularité de la greffe capillaire chez le patient ayant des cheveux africains et adaptation (28) (64)

→ Les indications relatives à la procédure

Le traitement de l'alopecie 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 la greffe lorsqu'un diagnostic d'alopecie androgénétique sera posé.

→ La morphologie des cheveux

Le follicule pileux d'un cheveu de type africain est courbe. Ceci rend son extraction plus compliquée. Il sera donc privilégié des minigreffe de 2 à 4 cheveux plutôt que des microgreffe de 1 cheveu. Ainsi, on réduira le risque de sectionner le follicule pileux incurvé. Cependant, ce dernier présente un avantage. Produisant des cheveux frisés, la chevelure semble naturellement plus dense. De ce fait, la couverture dans la zone bénéficiaire sera plus facile à obtenir avec moins de greffe à réaliser et donc moins de séances pour le patient.

→ la densité capillaire et le nombre d'unités folliculaires

Il a été démontré que la densité capillaire est plus faible chez les personnes ayant des cheveux négroïdes versus les autres types capillaires. De plus il existe des variations dans la formation des unités folliculaires entre les races. Les unités folliculaires sont constituées de 3 cheveux pour les cheveux africains versus 2 cheveux pour les caucasiens et asiatiques. Donc le résultat de la greffe donnera un aspect plus naturel avec des implantations d'unité folliculaire contenant plus de cheveux chez le patient ayant des cheveux de type africain.

→ Le risque de formation de chéloïdes.

Dans cette population, le risque de formation de cicatrices hypertrophiques ou de chéloïdes est plus important. Cette particularité a longtemps réfréné la pratique de la greffe capillaire chez ces personnes. De plus, la zone donneuse classiquement utilisée est celle qui est la plus à risque de former des cicatrices hypertrophiques.

Pour ces patients en particuliers, il sera privilégié une zone donneuse médio-occipitale afin de réduire le risque de cicatrice hypertrophique.

Une connaissance de l'historique cicatricielle du patient sera nécessaire. Si des chéloïdes sont présentes sur le corps du patient, cette chirurgie ne pourra être indiquée car la zone donneuse est celle qui présente le plus de risque de faire des chéloïdes. Autre possibilité, la formation de cicatrices hypertrophiques sur le site receveur, ce qui est encore plus problématique pour des traitements d'alopecie de traction fronto-temporale par exemple.

On peut prévenir ce phénomène en appliquant un corticostéroïde topique associé à une pommade antibiotique sur le site de la chirurgie pendant deux semaines après l'opération. La corticothérapie intralésionnelle sera recommandée lorsque des chéloïdes qui se développent après l'opération.

TROISIÈME PARTIE : Le soin du cheveu de type africain

I. Les produits cosmétiques capillaires : Des formulations spécifiques liées au cheveu africain

A. Les shampooings

Ils font partis des produits d'hygiène les plus vendus dans le circuit de la grande distribution. On retrouve une large gamme de produits, ayant une fourchette de prix très large et des indications très variées. 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 qui est le composant majoritaire de la formule
- Des détergents concentrés à hauteur de 6 à 10% dans le produit fini
- Des agents viscosants
- Des additifs (actifs, conservateurs, agent de conditionnement, parfums...)

En plus de ce cœur de formule, d'autres ingrédients peuvent rentrer dans cette formule. En effet, pour des cheveux africains qui sont naturellement secs et parfois devenus très secs et cassants à cause de l'application d'un produit défrisant, des formules spécifiques sont élaborées. Dans cet item concernant la formulation des shampooings, deux parties seront présentées. La première relatera la composition générique des shampooings et la seconde permettra d'exposer les spécificités des formules adaptées au cheveu africain au travers d'une description des actifs spécifiques retrouvés dans des shampooings dédiés au cheveu négroïde.

a. Les tensioactifs (98)

Ils sont responsables principalement des propriétés nettoyantes, moussantes et mouillantes du shampoing. 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 (Fig.39). L'un est hydrophobe, apolaire et l'autre est hydrophile et polaire. Ces molécules sont capables de diminuer la tension de surface dans un système thermodynamiquement instable composé de phases non miscibles.

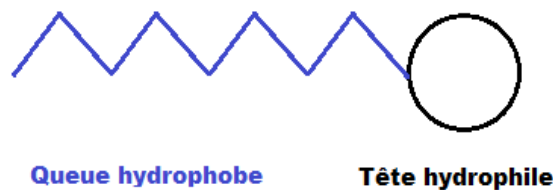


Figure 44 Représentation schématique d'un tensioactif (99)

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.

Au sein d'une émulsion par exemple, la chaîne hydrophobe ou lipophile va interagir avec la phase lipidique et la partie hydrophile avec la phase aqueuse. De ce fait, leur présence dans ce système, permettra le mélange de ces deux phases et le stabilisera. Un tensioactif est donc indispensable à la formation d'une émulsion, et il porte aussi le nom d'émulsifiant.

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.

HLB pour (**H**ydrophilic **L**ipophilic **B**alance) 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 solubilité du tensioactif dans l'eau augmentera avec la valeur du HLB.

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 shampoing mais ils y remplissent différents rôles.

- Les tensioactifs anioniques (100)

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 shampoings sont :

- Le dodécylsulfate de sodium ou laurylsulfate de sodium. Il possède d'excellentes propriétés détergente, moussante et mouillante. Cependant, il est aussi très irritant et très décapant. D'ailleurs pour évaluer l'irritabilité d'un produit, on le compare à une solution concentrée à 10% de laurylsulfate de sodium. Utilisé en plus faible concentration, il confère des propriétés moussantes au shampoing.

Avec la même partie lipophile, on retrouve comme tensioactifs avec les mêmes propriétés : les laurylsulfates d'ammonium ou de triéthanolamine (TEA).

- 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 chaîne aliphatique les rendra moins irritants que les laurylsulfates. Ce sont les détergents majoritairement utilisés pour la formulation des shampoings.
- 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 alkylsarcosinates et les taurates de sodium.

- Les tensioactifs amphotères

Dans leurs formules, on retrouve des groupements acides et basiques. Ce qui a pour conséquence d'entraîner une modification du signe de la charge portée par la partie hydrophile, en fonction du pH du milieu dans lequel ils se trouvent. En milieu acide, ils se comporteront comme des tensioactifs cationiques et en milieu basique ils auront les mêmes propriétés que les émulsifiants anioniques.

Ainsi, lors de la réalisation d'un shampoing contenant ce type de tensioactif, la fonction détergente sera effectuée à pH alcalin, tandis qu'à pH acide l'apparition de la charge positive confèrera au shampoing un pouvoir conditionneur qui neutralisera les charges négatives présentes naturellement à la surface du cheveu. Ceci permettra de faciliter le coiffage de la chevelure.

La valeur de leur HLB étant généralement élevée, ils sont donc souvent employés pour leurs propriétés détergentes. Cependant, ils sont beaucoup moins irritants que les anioniques. On les retrouve habituellement dans les formulations de shampoings pour bébé, pour cheveux secs et dans les nettoyants destinés aux peaux fragiles.

Les molécules fréquemment utilisées sont :

- Les dérivés bétainiques (comme le cocoamidopropylbétaine) 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 et ont une bonne tolérance cutané-muqueuse.

Ces molécules sont compatibles avec les autres types de tensioactifs. Cependant, ce sont des molécules qui représentent un certain coût dans le montant total de la formule. En effet, en fonction de leur pourcentage dans la formule, on pourra évaluer la qualité du shampoing. Le moins cher des tensioactifs étant l'anionique, plus il y a d'amphotère et plus la formule sera de bonne qualité mais chère à réaliser.

- 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 :

- o les tensioactifs à liaison amide (R-CO-NH-R') qui sont de bons moussants, détergents, et agents viscosants. (ex : le cocamide diéthanolamine)
- o Les tensioactifs à liaison éther (R-O-R') tels que les éthers d'alcool gras sont de bons émulsionnants.
- o 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 shampoing, car ils possèdent un pouvoir moussant suffisant et sont parfaitement tolérés.

Les tensioactifs cationiques seront présentés dans la partie suivante exposant la formulation des après-shampoings dont ils sont le principal ingrédient.

b. Les agents viscosants

La viscosité d'un shampooing ainsi que son pouvoir moussant sont des propriétés très importantes. En effet, un shampooing trop liquide ne permettra pas une utilisation adéquate du produit. Si ce dernier s'écoule comme de l'eau, le consommateur ne pourra l'utiliser dans des conditions adéquates. De plus il sera consommé très rapidement. A l'inverse, un shampooing trop visqueux sera difficile à extraire de son contenant.

En fonction du tensioactif utilisé, on choisira des agents viscosants différents.

- Le chlorure de sodium est fréquemment choisi pour les émulsifiants anioniques en solution micellaire car il permet d'augmenter considérablement la taille des micelles. Ainsi, grâce à l'encombrement stérique qui en résulte, la viscosité est augmentée. Les résultats sont satisfaisants avec les alkyl et les alkyléther sulfates.
- Les alkanolamides sont des tensioactifs non ioniques. Ils sont formés d'une longue chaîne lipophile associée à un groupement (-CO-NH-R). Les molécules souvent utilisées sont le cocamide diéthanolamide provenant de l'huile de coco ou le ricinamide diéthanolamide dérivé de l'huile de ricin.

Ces molécules permettent d'augmenter la viscosité et jouent aussi le rôle d'agent moussant. La formation d'amide libre survenant lors de leur stockage, leur confère un pouvoir irritant.

D'autres molécules non spécifiques peuvent être utilisées comme agents viscosants. On retrouve des molécules épaississantes ou gélifiantes comme :

- L'hydroxyméthylcellulose
- Le Distéarate de PEG 6000
- Les dérivés du glucose éthoxylés

c. Les additifs

Ils ont différentes propriétés mais ne participent pas à la fonction nettoyante du shampooing.

On distingue :

- Les conservateurs qui vont bloquer la prolifération bactérienne. On retrouve souvent la méthylisothiazolinone (MI) qui est de plus en plus accusée d'être responsable de réaction de sensibilisation dans toute l'Europe (101), ainsi que les ammoniums quaternaires comme le polyquaternium-7. Cependant, utilisés dans des produits rincés, leur tolérance est satisfaisante.
- Les nacrants peuvent être ajoutés à la formule de certains shampooings pour lesquels, il serait nécessaire de dissimuler la mauvaise solubilisation de certaines poudres restées en suspension. On les emploie aussi pour masquer le manque de miscibilité de certains tensioactifs entre eux. Ces molécules amphiphiles sont des dérivés des stéarates de diéthylèneglycol mélangés à des tensioactifs anioniques.
- Les parfums 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 peuvent être présents et ils sont choisis en adéquation avec le parfum. Les colorants choisis sont hydrosolubles de type azoïque ou triphénylméthane.
- Les ajusteurs de pH sont très importants lorsque la surface des cheveux est abîmée. En effet, un cheveu endommagé aura tendance à gonfler davantage à pH alcalin. Sa surface sera encore plus poreuse, ce qui exposera les cellules corticales au pouvoir décapant des agents détergents. Les acides glycolique ou citrique sont utilisés pour atteindre un pH acide. Ce dernier permettra de aux écailles de la cuticule de se resserrer et ainsi de lisser la surface de la fibre capillaire. La triéthanolamine, très utilisée, sert à augmenter le pH du milieu.
- Les agents de chélation sont des molécules qui vont séquestrer des ions métalliques susceptibles d'affecter la stabilité et/ou l'aspect de la formulation

cosmétique. Dans les shampoings, 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.

d. Les spécificités des formulations pour le cheveu africain

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. De plus il se casse facilement, d'autant plus s'il a subi une dénaturation par un lissage à froid.

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

Les détergents choisis seront préférentiellement des tensioactifs amphiphiles 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 polymères cationiques filmogènes qui gagneront 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.

Le pH est aussi un paramètre qui est maîtrisé. Il sera choisi plutôt acide afin de favoriser la forme cationique des tensioactifs amphotères qui sous cette configuration ont un effet conditionneur, le pH se situe entre 4,5 et 5,5.

Pour des cheveux défrisés, la formule peut également être enrichie avec des céramides ou des peptides destinés à renforcer la tige pileaire.

Un exemple de formulation de shampooing spécifique. Ce produit est connu comme étant le plus utilisé par les femmes ayant des cheveux de type africain (102).

Marque: Organic Root Stimulator®

Nom du produit: Creamy olive oil shampoo

Contenance: 370ml

Revendications du produit: « *Elimine l'accumulation de calcium, réhydrate, nettoie et neutralise en douceur* »



Ingrédients: *Water, Cocamidopropyl dimethylamine Propionate, Trideceth-7 Carboxylic Acid, PPG-5-Ceteth-10 Phosphate, Ammonium Lauryl Sulfate, Ammonium Laureth Sulfate, Lauramide Glucoside, Lauryl Glucoside, Polyquaternium-10, Cocoglucoside, Glyceryl Oleate, Disodium EDTA, Olive Oil Olea Europaea, Cetrimonium Carboxydecyl, PEG-8 Dimethicone, Cetrimonium Chloride, Sulfated Castor Oil, Lecithin, Propylene Glycol, PEG-12 Oleate, Silicone Quaternium-2 Panthenol Succinate, Fragrance, Aloe Barbadensis Gel, Glyceryl Polymethacrylate, Propylene Glycol, Polyquaternium-7, Cocamide MEA, Glycol Distearate, Sodium Laureth Sulfate, Triethanolamine, DMDM Hydantoin, Methylparaben, Propylene Glycol, PropylParaben, Methylchloroisothiazolinone, Methylisothiazolinone.*

(106)

Les composants sont cités par ordre décroissant de leur concentration dans la formule. On peut ainsi remarquer certaines spécificités dans la formule de ce shampooing pour ce type de cheveux.

- o Les détergents: Ce shampooing contient des tensioactifs amphotères en concentration plus importantes, ce qui lui confère un moindre pouvoir décapant comme le *Cocamidopropyl dimethylamine Propionate*.

Des tensioactifs non ioniques dévirés du glucoside, sont également présents réputés pour leur douceur et leur bon pouvoir moussant : *Lauramide Glucoside, Lauryl Glucoside, Cocoglucoside*.

Des tensioactifs anioniques sont utilisés, mais en faible quantité, afin d'assurer un bon pouvoir moussant au shampoing. On peut ainsi citer dans cette formule : *Ammonium Lauryl Sulfate, Ammonium Laureth Sulfate*.

- o Les agents conditionneurs : Ils sont indispensables pour les cheveux africains car ils permettent de faciliter le démêlage, d'apporter de la douceur aux cheveux et de les hydrater modérément.

Ces molécules sont réparties en deux catégories. D'une part les molécules émoullientes, atténuant ainsi l'effet desséchant des tensioactifs détergents comme par exemple : *Olive Oil Olea Europaea, Sulfated Castor Oil (huile de ricin sulfatée), PEG-8 Dimethicone, Lecithin*.

D'autre part, on retrouve des tensioactifs cationiques tels que : *Polyquaternium-10, Cetrimonium Chloride, Silicone Quaternium-2 Panthenol Succinate* qui lissent les écailles du cheveu et ainsi confèrent à la chevelure un démêlage facile et de la douceur.

Pour justifier d'un effet neutralisant des ions calcium, la formule contient *du Disodium EDTA* qui est un agent complexant.

B. Les soins utilisés après le shampoing

Le shampoing est une étape indispensable dans le soin des cheveux. Cependant, son action peut se résumer comme étant une élimination des impuretés à la surface du cheveu. Ces dernières sont souvent de nature lipophile, ce qui explique pourquoi les meilleurs nettoyeurs sont des molécules dispersant les phases lipidiques. Or sur un cheveu sec, comme le cheveu africain, manquant naturellement de lipides, un shampoing aura tendance à le rendre plus sec, surtout si la formulation n'est pas adaptée.

On distingue deux types de produits : les après-shampooings ou « conditionners » en anglais et les masques capillaires.

Ils permettront de diminuer la friction entre les tiges pilaires, de minimiser les frisottis ainsi que d'améliorer le démêlage et le peignage de la chevelure. Ils agissent en neutralisant la charge négative présente à la surface de la fibre capillaire et en lubrifiant la cuticule du cheveu afin de restaurer son caractère hydrophobe.

Les formules de ces soins qui sont des émulsions, contiennent généralement les composants suivants :

- De l'eau (ingrédient principal servant de solvant)
- Des agents filmogènes et démêlants
- Des humectants
- Des actifs
- Des additifs

Ces produits sont à très prisés par les personnes ayant des cheveux de type négroïde, car ils facilitent le coiffage et rendent les cheveux très doux.

Il sera exposé en détail dans une première partie les composants retrouvés généralement dans ces produits puis dans une seconde partie des exemples de formulation de ces produits.

a. Les composants de ces formules

- Les agents filmogènes et démêlants

Les tensioactifs cationiques

Ce sont des tensioactifs, donc ils possèdent une partie hydrophobe et une hydrophile. Cette dernière a la particularité de se charger positivement en milieu aqueux.

Ce sont en général des dérivés azotés, comme les sels d'ammonium quaternaire. La charge positive portée par l'atome d'azote, confère à ce type de molécules une affinité particulière pour la kératine chargée négativement.

Lorsque ces molécules ont une chaîne alkyl longue, ils peuvent s'adsorber à la surface du cheveu, et neutraliser les charges négatives présentes à sa surface. Ils remplissent la fonction d'agent antistatique.

Dans les soins après-shampooing, on intègre fréquemment ces molécules pour leur propriété antistatique:

- le bromure de cétyltriméthylammonium (Cétrimide®)
- le chlorure de triméthyldécylammonium
- le chlorure de cétrimonium

Les tensioactifs cationiques sont aussi employés comme conservateur dans les formules pour leur propriété bactéricide, fongicide. En effet, lorsqu'ils possèdent une chaîne alkyl courte, ils sont capables de s'adsorber à la surface des cellules des micro-organismes, chargés négativement. Ainsi ils perturbent le bon fonctionnement de leur métabolisme.

Ces molécules étant les tensioactifs les plus toxiques, ils sont systématiquement liés à une macromolécule polymérique pour limiter la toxicité chez l'homme. Ainsi, dans les formules, on les retrouve sous le nom de quaternium ou polyquaterium. Pour exemple, on peut citer le Quaternium-15 (répertorié comme un allergène).

Libérant une charge positive en solution aqueuse, ces tensioactifs sont incompatibles avec les tensioactifs anioniques qu'ils neutralisent.

Les alcools gras

La plupart du temps, ils arrivent en seconde position dans la liste des ingrédients. Ceux possédant une chaîne longue saturée, 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 des après-shampoings, on emploie souvent :

- L'alcool stéarylique ou Octadécanol (C₁₈)
- L'alcool cétylique ou hexadécanol (C₁₆)
- L'alcool cétostéarylique (association des deux alcools précédents)

Les esters d'acide gras linéaires

Ils sont élaborés grâce à une réaction de condensation entre un acide gras à chaîne hydrocarbonée et un alcool. Ces molécules sont présentes dans quasiment toutes les formulations de produits cosmétiques car ils offrent une large palette de textures. Ils ont un effet filmogène et émollient sur la tige pileuse. On peut citer :

- Le palmitate d'isopropyl
- Le stéarate de myristyle

Les silicones (103)

Ils sont issus de la polymérisation des siloxanes. La désignation « siloxane » est dérivée de **Silicium**, **Oxygène** et **alkane**. On distingue trois catégories de silicones lipophiles utilisées en cosmétique pour leurs propriétés filmogène, gainante et thermoprotectrice :

- Diméthylpolysiloxanes ou diméthicones

C'est un silicone de structure linéaire qui est le plus largement utilisé dans l'industrie des soins capillaires. Il se présente sous forme d'huile. Il s'adsorbe rapidement à la surface des cheveux. Il est employé comme conditionneur dans les après-shampoings et il protège la fibre capillaire des agressions externes (détergent, chaleur). Il est aussi présent dans les formules des shampoings deux-en-un pour apporter de la brillance et du volume à la chevelure.

Cependant, son principal effet néfaste est exploité dans la formulation des produits traitant la pédiculose du cuir chevelu. En effet, le diméthicone, de par son pouvoir occlusif, obstrue les pores respiratoires du pou, mais aussi les orifices des follicules pileux.

→ Diméthylpolycyclosiloxanes ou cyclométhicones

Ce sont des polysiloxanes cycliques, se présentant sous forme liquide, qui sont volatiles à 50% dès 50°C. Ils permettent de formuler des huiles avec un toucher sec.

→ Phényltriméthylpolysiloxanes ou phénylméthicones

Ces dérivés phénylés sont solides à température ambiante. Ils restent stables à des très hautes températures (250°C). On retrouve fréquemment ces molécules dans la formulation de produits capillaires thermoprotecteurs.

Les hydrocarbures

Ces produits sont issus de la distillation du pétrole. Ces matières hydrophobes ne pénétrant pas à l'intérieur des cellules cuticulaires, sont de bons filmogènes de la tige pileuse. Cependant elles ont aussi un pouvoir occlusif dont il faudra se méfier pour éviter les réactions inflammatoires au niveau du cuir chevelu et la déshydratation des cheveux.

En effet, la présence en quantité importante de substances occlusives sur le cheveu, va empêcher la pénétration de l'eau à l'intérieur de celui-ci et va ainsi contribuer à le rendre encore plus sec. Il existe des formes liquides comme l'huile de paraffine ou de vaseline, ou des formes solides intéressantes dans la formulation des masques, mais très occlusives. On peut citer la vaseline, notée (petrolatum) dans la liste INCI ou la paraffine.

- Les émoullients et humectants

Ces molécules permettent d'assouplir et d'hydrater la tige pileuse. 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, le propylène glycol. Les silicones peuvent être rendus hydrophiles et remplir la fonction de molécules humectantes. Ces dérivés portent des groupes « polyéthylène glycol », ou comme la PEG-8 diméthicone, ou d'autres groupements hydrophiles comme avec la diméthicone copolyol.

- Les « 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 alors que l'huile d'olive reste à la surface et s'adsorbe sur la cuticule. Cette différence est due à la nature des corps gras contenus dans ces huiles. L'huile de coco contient des triglycérides d'acide laurique, qui ont un faible poids moléculaire et donc une pénétration facilitée par rapport aux triglycérides d'acide linoléique présents dans l'huile d'olive. Ces derniers sont formés de chaînes carbonées plus longues à 18 atomes de Carbone et possèdent de surcroît des doubles liaisons. Autant de caractéristiques qui rendent le passage à l'intérieur du cortex du cheveu plus difficile (105).

Concernant les masques capillaires, ce sont plutôt des beurres qui sont choisis pour leur consistance plus épaisse. Le beurre le plus plébiscité sur les cheveux de type négroïde est celui du fruit du karité. Riche en fraction d'insaponifiables pouvant atteindre 15%, il apporte une action antiradicalaire et surgraissante.

Une autre catégorie d'actif est incorporée dans ces formules sont les polypeptides et les protéines hydrolysées. Le cheveu contenant de nombreux sites ionisés, ces molécules vont pouvoir s'adsorber ou pénétrer dans le cheveu en fonction de leur taille.

Les petites molécules ayant un poids moléculaire inférieur à 1000 Da, pourront diffuser dans les cheveux et ceci surtout s'ils sont abîmés car ils auront des tiges pilaires plus poreuses. Les hydrolysats de protéines ayant une faible masse moléculaire, sont reconnus pour leur effet protecteur de la fibre capillaire contre les agressions chimiques et de l'environnement.

On utilise en général des hydrolysats de protéines fabriqués à partir de plantes comme le blé, le maïs et le soja, ou de parties d'animaux telles que les plumes, les cornes et la laine pour produire des hydrolysats de kératine.

Bien que capable de pénétrer à l'intérieur du cortex sur des chevelures abîmées donc poreuses, ces hydrolysats ne peuvent remplacer ou réparer la structure de la protéine de kératine endommagée. Cependant, la présence de leur charge positive à leur surface va neutraliser la négative des cheveux endommagés et ainsi diminuer les frisottis et la friction.

- Les 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 autour de 5. Cette acidité sera nécessaire pour favoriser le resserrage des écailles de la cuticule et potentialiser l'effet filmogène des molécules présentes dans la formule.

b. Les après-shampooings

Ces produits sont également appelés des conditionneurs. Ils peuvent être intégrés directement dans le shampooing lors de sa fabrication. Ce sont alors des shampooings 2 en 1, 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 sont utilisés après le nettoyage. Ils permettent de renforcer les cheveux après l'action décapante des shampooings sur la tige pileaire.

En effet, suite au lavage, le cheveu est chargé négativement, les écailles de la cuticule sont relevées et le sébum enveloppant la tige pileuse est éliminé par les tensioactifs des shampooings.

Les composants contenus dans ces soins après-shampooings vont s'adsorber à la surface du cheveu. Ils lisseront les cellules de la cuticule et combleront les espaces libres qui laissent le cortex en contact avec l'environnement et réduiront les forces électrostatiques présentes à la surface du cheveu. Ils peuvent être appliqués suite à un shampooing, sur une chevelure encore humide. Ils seront posés entre 10 et 20 min, puis ils seront rincés. Or, il existe des formes sans rinçage qui servent d'après-shampooing ou de soin démêlant quotidien.

Exemple de formule d'après-shampooing sans rinçage apaisant les démangeaisons (105).



Marque: KeraCare®

Nom du produit: Anti-Dandruff Moisturizing Conditioner

Contenance: 240 mL

Revendications : « Conditionneur hydratant et antipelliculaire »

Ingrédients: water, cyclopentasiloxane, chloride stéaralkonium diméthicone, alcool cétéarylique, Glycerin, Castor Oil PEG-40, polyquaternium-32, Mineral oil, chlorure de dicetyldimonium, sodium PCA, panthénol, polysorbate 20, polyquaternium-10, menthol, diméthyl PABA éthylhexyle, fragrance, acétate de tocophérol, méthylisothiazolinone, acide citrique, citrate de magnésium, siméthicone, polyacrylamide, salicylate de benzyle, cinnamal hexyle, linalol

(106)

Dans cette formule d'après-shampooing sans rinçage, on distingue :

- Une silicone volatile pour lisser les écailles du cheveu et apporter une texture non grasse (*cyclopentasiloxane*).
- Une silicone liquide facilitant l'étalement et apportant une action lubrifiante des écailles de la tige pileaire (*diméthicone*).
- Des agents émoullissants : (*alcool cétéarylique, Glycerin, Castor Oil PEG-40*)
- Des agents antistatiques qui sont des tensioactifs cationiques: (*chloride stéaralkonium, chlorure de dicetyldimonium*)

c. Les masques capillaires

Encore dénommées en anglais « Deep conditioners », ces formes semi-solides contiennent en général des actifs permettant la réparation, l'assouplissement et la nutrition de la tige pileaire. Il existe des formes avec ou sans rinçage. Néanmoins, comme ils constituent un soin profond, il est recommandé de réaliser ce traitement deux fois par mois minimum. Ce type de soin est indispensable pour le cheveu africain défrisé qui est dénaturé et particulièrement fragile, car les cellules cuticulaires de ce cheveu, ne remplissent plus leur rôle de protection vis-à-vis du cortex.



En exemple, une formulation d'un masque hydratant réparateur à application nocturne sans rinçage pour un cheveu africain non défrisé :

Marque: KeraCare®

Nom du produit: Overnight Moisturizing treatment

Contenance: 115g

Ingrédients : Aqua, Isopropyl Palmitate, Helianthus Annuus (Sunflower) Seed Oil, Cocos Nucifera (Coconut) Oil, Cetearyl Alcohol, Dicetyl Phosphate, Ceteth-10 Phosphate, Cetyl Alcohol, Oryza Sativa (Rice) Bran Oil, Beatine, Phytosterols, Hydrolyzed Vegetable Protein PG-Propyl Silometriol, Serenoa Serrulata Fruit Extract, Xanthan Gum, BHT, Simethicone, Polyocrylamide, C13-14 Isoparaffin, Laureth-7, Methylisathiazolinone, Ceteth-20, Potassium Sorbate, Disodium EDTA, Fragrance, Benzyl Benzoate.

Cette formule contient une phase lipidique composée de nombreuses d'huiles végétales pour leur pouvoir filmogène, émoullient et nutritif :

- Huile de tournesol (*HelianthusAnnuus (Sunflower) Seed Oil*)
- Huile de coco (*Cocos Nucifera (Coconut) Oil*),
- Huile de son de riz (*Oryza Sativa (Rice) Bran Oil*,

Afin d'apporter de la consistance à ce mélange d'huiles, on retrouve dans la formule des alcools gras qui l'épaissiront : *Cetearyl Alcohol, Cetyl Alcohol*.

Indiqué en deuxième position dans la liste des ingrédients, l'*Isopropyl Palmitate* est un ester d'acide gras qui servira, à cette concentration, à contribuer à donner de la consistance à ce masque.

Pour éviter l'oxydation de la phase grasse, la formule contient du BHT (ButylHydroxyToluène) qui est un conservateur.

D'autres actifs spécifiques tels que des stérols végétaux (*Phytosterols*) qui sont non saponifiables et donc de très bons antioxydants comme le beurre de karité; de la protéine végétale hydrolysée (*Hydrolyzed Vegetable Protein PG-Propyl Silometriol*) qui pénètre dans le cortex pour réparer la tige pileaire et qui remplit surtout le rôle d'agent antistatique. Ces actifs contribueront à renforcer la tige pileaire.

Afin de favoriser la formation d'une émulsion stable, les deux phases, aqueuse et lipidique, doivent avoir une viscosité proche. De ce fait, la phase hydrophile composée majoritairement d'eau est rendue visqueuse grâce à l'ajout d'agents viscosants de la phase aqueuse que sont les molécules suivantes: *Polyocrylamide, Xanthan Gum*.

C. Les autres produits de soins spécifiques des cheveux négroïdes

Les cheveux négroïdes étant particulièrement secs et ayant tendance à former aisément des nœuds, ils sont systématiquement enduits de produits émoullients avant d'être mis en forme. Les formes galéniques souvent utilisées dans les pratiques capillaires sont :

a. Les huiles

Elles peuvent se présenter sous formes anhydres et ainsi ne contenir qu'un mélange d'huiles, ou les huiles peuvent être émulsionnées afin de rendre la préparation rinçable sans l'ajout de détergents. Elles peuvent être d'origine minérale, végétale ou animale. Elles sont très présentes dans l'offre de produits capillaires quel que soit le type de cheveu ciblé. Elles apportent un effet lubrifiant, gainant et brillant à la chevelure, tout en facilitant le coiffage.

Ces huiles sont parfois utilisées seules lorsqu'elles sont d'origine végétale surtout. C'est le cas, par exemple, de l'huile d'olive ou l'huile de ricin. Elles sont les ingrédients principaux pour la réalisation d'un bain d'huile. Ce soin destiné à nourrir les cheveux, consiste à imprégner la chevelure humide d'une ou plusieurs huiles végétales pendant plusieurs heures, en ayant pris soin d'envelopper la tête avec une serviette chaude.

Les huiles dérivées des silicones peuvent servir de soins thermoprotecteurs lors de l'utilisation d'un fer à cheveux ou d'un sèche-cheveu.

b. Les laits capillaires

Ces lotions sont appelées en anglais des « leave-in conditionner ». Ces émulsions fluides, non grasses, sont utilisées quotidiennement pour démêler et hydrater le cheveu. Ce sont en réalité des après-shampooings sans rinçage, contenant en général beaucoup d'agents émoullients et humectants pour maintenir l'humidité sur la tige pileaire. Ces laits conviennent aux cheveux fins.



Marque: KeraCare®

Nom du produit: Lait capillaire

Contenance: 240 mL

Ingrédients : *Aqua, Cetyl Alcohol, Phyllanthus Emblica (Amla) Extract, Acacia Concinna (Shikakai) Fruit Extract, Argania Spinosa, Kernel Oil, Crambe abyssinica Seed Oil, Phytosterols, Betaine, Citric Acid, Behentrimonium Methosulfate, Cetearyl Alcohol, Serenoa Serrulata Fruit Extract, Camellia Oleifera Leaf Extract, Propylene Glycol, Pyrus Malus (Apple) Fruit Extract, Citrus Medica Limonum (Lemon) Peel Extract, Saccharum Officinarum (Sugar Cane) Stalk Extract, Potassium Sorbate, Diazolidinyl Urea, Iodopropynyl Butylcarbamate, Dimethyl Stearamine, Fragrance, Benzyl Benzoate, Limonene, Linalool, Alpha Isomethyl Ionone.*

(106)

c. Les crèmes

Elles vont remplir la même fonction que les laits mais elles auront une texture plus riche, donc elles seront plus nourrissantes. Cette consistance épaisse est adaptée pour les cheveux secs et épais et également pour les cheveux défrisés qui sont fins, mais nécessitant plus de soins. Cependant ils sont à manier avec précaution, car les formules contiennent souvent, dans leur phase grasse, des hydrocarbures bon marché, comme la paraffine ou la vaseline qui ont un pouvoir occlusif important. Une utilisation quotidienne peut entraîner la formation de dépôts lipidiques sur le cuir chevelu rendant les cheveux disgracieux et pro-inflammatoires sur le scalp.

d. Les beurres ou baumes capillaires

Très nourrissants, ces soins sont vraiment spécifiques des cheveux très secs et cassants. Ils permettent d'assouplir et de nourrir les tiges pilaires. Ils ont une texture semi-solide et sont parfois rincés.

Marque: KeraCare®

Nom du produit: Beurre

Contenance: 227g

(106)



Ingrédients : *Aqua, Butyrospermum Parkii (Shea Butter), Hydrogenated Vegetable Oil, Theobromo (Cocoa) Seed Butter, Prunus Amygdalus Dulcis (Sweet Almond) Oil, Emulsifying Wax NF, Cocos Nucifera (Coconut) Oil, Glycerin, Lanolin, Ricinus Communis (Castor) Seed Oil, Cera Alba, Phyllanthus Emblica (Amla) Extract, Acacia Concinna (Shikakai) Fruit Extract, Argania Spinosa Kernel Oil, Crambe Abyssinica Seed Oil, Simmondsia Chinensis (Jojoba) Seed Oil, Hydrolyzed Wheat Protein, Triticum Vulgare, (Wheat) Germ Oil, Betaine, carbomer, Panthenol, Tocopheryl Linoleate, Triethanolamine, Potassium Sorbate, Diazolidinyl Urea, Iodopropynyl Butylcarbamate, Fragrance, Citronellol, Benzyl Benzoate, Limonene, Butylphenyl Methylpropional, Linalool, Alpha Isomethyl Ionone.*

Dans les beurres ont des consistances plus épaisses que les huiles. On retrouve comme composant de la phase lipidique : beurre de karité (*Butyrospermum Parkii (Shea Butter)*), huile végétale hydrogénée (*Hydrogenated Vegetable Oil*), beurre de cacao (*Theobromo (Cocoa) Seed Butter*).

Les huiles apportent également un aspect nutritif au masque. On distingue dans cette formule : huile d'amande douce (*Prunus Amygdalus Dulcis (Sweet Almond) Oil*), huile de coco (*Cocos Nucifera (Coconut) Oil*), huile de ricin (*Ricinus Communis (Castor) Seed Oil*), huile d'argan (*Argania Spinosa Kernel Oil*), huile de Crambe d'Abyssinie (*Crambe*

Abyssinica Seed Oil), huile de Jojoba (*Simmondsia Chinensis Seed Oil*), huile de germes de blé (*Triticum Vulgare, (Wheat) Germ Oil*).

Pour réparer la tige pileaire, on retrouve des hydrolysats de protéines tels que : hydrosylats de protéine de blé (*Hydrolyzed Wheat Protein*).

II. Recommandations pour l'entretien du cheveu africain

L'analyse des spécificités du cheveu négroïde a permis de mettre en évidence certaines caractéristiques qui soulignent une fragilité accrue de la tige pileaire face aux agressions tant physiques que chimiques. L'entretien de cette chevelure doit être réalisé soigneusement en respectant certaines précautions, sous peine de la fragiliser davantage ou dans le pire des cas, de la perdre partiellement.

Les recommandations préconisées dans cette partie sont basées sur le guide de bonnes pratiques du cheveu africain élaboré par l'association des dermatologues américains (109). Les solutions proposées permettent de satisfaire les besoins spécifiques d'un cheveu, tout en cherchant à mettre en avant des nouvelles habitudes de coiffage moins néfastes. Les titres choisis dans cette partie sont volontairement succincts, afin que ce dernier item puisse servir de guide pratique.

A. Le lavage

a. En pratique

Le shampooing doit viser à nettoyer le cuir chevelu plus que le cheveu. L'ensemble du scalp doit être frotté avec le shampooing de l'avant vers l'arrière, en prenant soin de n'employer qu'une petite quantité de shampooing sur chaque zone de la tête. Le choix du

shampooing se fera en fonction des tensioactifs présents dans la formule. Il sera judicieux d'éviter les formules contenant des concentrations importantes de tensioactifs anioniques pour éviter un dessèchement important de la tige pileaire. Après le rinçage, les cheveux doivent être séchés avec une serviette.

b. Fréquence d'utilisation

Sur un cuir chevelu sain, les shampooings doivent être réalisés une fois par semaine ou une fois toutes les deux semaines. Ceci, afin de réduire l'action délipidante des détergents qu'ils contiennent. Lorsqu'un traitement antipelliculaire est mis en place et nécessite une posologie de trois shampooings par semaine, il pourra être appliqué, avant de l'effectuer, des huiles protectrices sur les tiges pileaires afin diminuer l'impact des détergents agressifs de ces shampooings.

B. Le conditionnement

a. En pratique

Cette étape permet de lisser les tiges pileaires afin de faciliter l'étape suivante qu'est le démêlage. Pour ce fait, on emploie des après-shampooings qui peuvent être rincé ou non. Compte tenu de la nature du cheveu africain qui a tendance à s'emmêler aisément et à être particulièrement agressé par les détergents, l'application de ce soin doit être réalisée sur toute la chevelure encore humidifiée par l'eau de rinçage du shampooing. Il sera judicieux de mettre le produit en quantité importante sur les pointes qui sont plus fragiles car plus anciennes. Cependant, on évitera de disposer les après-shampooings sur le cuir chevelu. Leurs formules contiennent de nombreux produits filmogènes et occlusifs qui auront tendance à obstruer l'orifice du follicule pilosébacé. L'accumulation de ces résidus peut provoquer l'apparition d'une folliculite.

b. Fréquence d'utilisation

Le soin conditionneur doit être appliqué après chaque shampoing sur des cheveux encore humides. Il réduira la friction entre les fibres capillaires et de réduira la force à mettre en jeu pour réaliser le peignage. Lorsque les cheveux sont très difficiles à démêler, on peut utiliser les formules sans rinçage au quotidien.

C. Le démêlage

a. En pratique

Il doit être réalisé exclusivement sur une chevelure au préalablement humidifiée. Ceci car il a été démontré que le cheveu négroïde mouillé offre moins de résistance au passage du peigne et donc casse moins aisément. On peut augmenter la facilité du peignage en ajoutant des produits tels que des après-shampoings sans rinçage aussi appelés conditionneurs. Ils favorisent le couchage des écailles le long de la tige pileaire. Le passage du peigne s'en verra encore plus aisé. On commencera toujours le démêlage par les pointes des cheveux car elles sont plus fragiles et ont tendance faire fréquemment des nœuds.

Des utilisations de produits non chimiques peuvent être préconisées comme les huiles végétales (olive, argan, avocat). Elles ont un pouvoir filmogène et gainant, tout en apportant de la brillance. Cependant il est recommandé comme pour les après-shampoings de ne pas les appliquer sur le cuir chevelu afin de ne pas obstruer l'orifice pilo-sébacé.

b. Fréquence d'utilisation

Le démêlage sera effectué dès que la chevelure commence à produire une quantité importante de nœuds et avant de réaliser une coiffure.

D. Le coiffage

Cette partie est la plus délicate, car elle nécessite de distinguer les techniques de manipulation du cheveu africain, des coiffures à préconiser sur un cheveu négroïde et celles à éviter.

a. La manipulation du cheveu

Le cheveu africain étant très fragile surtout lorsqu'il est soumis à une tension, il est recommandé de ne pas tirer les tiges pilaires lorsque l'on exécute une coiffure sur ce type de chevelure. Il doit systématiquement être manipulé lorsqu'il est a été au préalable enduit d'eau, ou de produits émoullients, ou d'un produit conditionneur, afin de réduire les risques de casse.

b. Les coiffures protectrices

Ces coiffures permettent de limiter les manipulations de la chevelure et ainsi de l'exposer aux cassures et aux traumatismes quotidiens.

Le tissage fermé, lui, permet de tresser tous les cheveux et de choisir le type de coiffure que l'on souhaite réaliser en fonction des mèches qui seront cousues sur les tresses collées au cuir chevelu. La précaution à prendre est de ne pas tirer trop fort les cheveux.

Le « crochet braid » peut être réalisé à la place de tresses avec des rajouts. Cette technique de coiffure permet de limiter la tension sur les cheveux. En effet, les rajouts sont fixés sur des « nattes collées » qu'il ne faudra pas trop serrer et non directement sur une portion de cheveux (Fig 45).



Figure 45- réalisation d'un crochet braid (107)

CONCLUSION

La connaissance des particularités du cheveu africain et des habitudes de coiffage des personnes ayant un cheveu négroïde a permis de comprendre l'étiologie des alopecies traumatiques très souvent rencontrées dans cette population.

Cependant, un travail de sensibilisation à grande échelle reste à accomplir pour réduire l'incidence de ces chutes de cheveux, car les traitements existants pour prendre en charge ces alopecies ne sont pas, à ce jour, totalement efficaces. L'information doit être portée d'une part, auprès des dermatologues qui connaissent la pathologie dermatologique, mais méconnaissent parfois les pratiques capillaires qui peuvent en être responsables et la complexité de la situation dans laquelle se trouve leurs patientes. En effet, lorsqu'elles prennent conscience des phénomènes ayant induit cette chute de cheveux, cela n'entraînera pas pour autant un arrêt de ces pratiques. Ne sachant comment prendre véritablement soin de leur chevelure, elles ne profitent des effets bénéfiques du traitement.

De ce fait, pour apporter une prise en charge optimale de ces patientes, le dermatologue devra se tenir informer des pratiques capillaires dont ces dernières sont coutumières. Ceci, afin d'établir le lien de causalité entre la chute de cheveux diagnostiquée et les habitudes de coiffages des patientes.

Il pourra être envisagé une stratégie thérapeutique comprenant quatre points cruciaux :

1. L'arrêt immédiat de toutes pratiques et des soins capillaires responsables du traumatisme observé.
2. La mise en place d'un traitement médicamenteux comprenant un anti-inflammatoire puissant parfois couplé à un antibiotique en cas de folliculite.
3. La prescription, dès la première consultation, d'une ordonnance complémentaire recommandant les soins capillaires à effectuer et les coiffures autorisées qui seront préconisées en fonction des particularités de chaque patiente.

Cette démarche est indispensable si le médecin souhaite s'assurer que sa patiente observe le traitement.

4. La correction chirurgicale grâce à la greffe de cheveux, lorsque le cas le permet.

En vue de réduire l'épidémiologie de ces alopecies traumatiques, les dermatologues pourraient diffuser des conseils aux jeunes patientes ainsi qu'aux jeunes mamans afin de les aider à prendre soin correctement de leur chevelure.

D'autre part, les patientes ayant pris connaissance de cette problématique doivent être en mesure de transmettre ces informations autour d'elles. L'avènement des réseaux sociaux permet une diffusion plus rapidement des informations de ce type. Cependant, la fiabilité de ces dernières trouvées sur des blogs, des vidéos publiées, ou des forums peut être remise en cause. En effet il n'est pas rare de trouver sur ces sites des informations contradictoires.

Consciente de cette situation, et souhaitant concrètement apporter ma contribution, en tant que pharmacien, à la réduction de la prévalence de l'alopecie traumatique dans cette population, j'ai pris l'initiative de créer le site « BlakCeuticals ». En cours d'élaboration, « www.BlackCeuticals.com », permettra la diffusion du résumé des informations recueillies dans ce document. Ceci, afin de donner accès aux professionnels de santé qui le désirent, et aux personnes susceptibles d'être exposées à ces alopecies, de trouver en ligne des informations reposant essentiellement sur des publications d'articles scientifiques.

Le choix du sujet de cette thèse et la création de ce site, visent à apporter ma contribution pour la préservation en bon état du cheveu négroïde.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1). Dubois, Jacques. *La peau*. s.l. : Editions PRIVAT, 2007, pp. 46-47.
- (2). Paule, Boni Tanoh Marie. *Thèse : Produits cosmétiques et problèmes capillaires chez les femmes ayant les cheveux crépus*. Faculté de pharmacie de Montpellier I. 2010. page 26.
- (3). Charles, Zviak. *Structure fonction et propriétés physico-chimiques du cheveu*. Paris. Editions Masson. 1987
- (4). Annales Dermatologie Venerologie. *Histologie et histophysiologie de la peau et de ses annexes*. 2005. 8S33-8S45.
- (5). B.A. Bernard. *La vie révélée du follicule de cheveu humain*. February 2006, MEDECINE/SCIENCES, Vol. 22, 138-143.
- (6). Grendey, Gladys. *Thèse : le cheveu crépu non dénaturé : un choix minoritaire mais croissant*. : Faculté de pharmacie de Paris XI, 2007. p. 15.
- (7). Site internet : *dermatice.org*. [En ligne] 28 MAI 2014.
<http://www.dematice.org/ressources/DCEM2/histologie/HISTOLOGIE%20DE%20L%27APPAREIL%20TEGUMENTAIRE/Web/co/Contenu4-3-2.html>.
- (8). Site internet : <http://lissage-japonais-blue-coiffure.blogspot.fr>. [En ligne] 28 Juillet 2015. <http://lissage-japonais-blue-coiffure.blogspot.fr/2010/10/lissages-japonais.html>.
- (9). Gladys, Gendrey. *Thèse : Le cheveu crépu non dénaturé*. Paris : Faculté de pharmacie Paris XI, 2007. p. 12.
- (10). Martini, Marie-Claude : Anatomie et physiologie de la peau . *Introduction à la dermatopharmacie et à la cosmétologie*. Paris éditions Lavoisier, 2007, p. 29.
- (11). Naomi Lolocohen. *Représentation schématique des composants principaux du cheveu humain*. [En ligne] 29 JUILLET 2015. <http://naomi.lolocohen.com/nous-partons-tous-dune-meme-base/>.

- (12). Nina Madnami, Kallem Khan. *Hair cosmetics*. 2013. India Journal of dermatology, Vol 79 Issue 5 .
- (13). Site internet : Naturecures. [En ligne] 28 juillet 2015.
<http://www.naturecures.co.uk/hair.htm>.
- (14). Martini, Marie Claude. *Introduction à la dermatopharmacie et à la cosmétologie* . Editions Lavoisier, 2007,p. 175.
- (15). Aziza, Richard. *Guide pratique du traitement des calvities*.. Editions : MIMI EDITIONS, 1998. page 13 .
- (16). Grendey, Gladys . « *La phase catagène* » . Thèse : *Le cheveu crépu non dénaturé*. Faculté de pharmacie Paris XI, 2007. p. 31.
- (17). . LIAO, Tehming LIANG et Shutsung. *Inhibition of steroid 5 α -reductase by specific aliphatic unsaturated fatty acids* (1992) , Biochem. J. 285, 557-562.
- (18). Marie-Paule, Boni Tanoh. « facteurs qui influencent la croissance du cheveu » . Thèse : *Produits cosmétiques et problèmes capillaires chez les femmes ayant les cheveux crépus*. Faculté de pharmacie de Montpellier I. 2010. page 33.
- (19). C.JASMIN « *L'alopecie androgénogénétique* » . *European meeting of hair and scalp disorders No1*. 2002. 801-803.
- (20). Site internet : *bioap.wikispaces*. [En ligne] 29 JUIN 2015.
<http://bioap.wikispaces.com/Ch+5+Collaboration>.
- (21). Site internet : « Pont disulfure » . [En ligne] 1 08 2014.
<http://technocoiff.chez.com/technocoiff/biologie/bio6.htm>.
- (22).Site internet : Wikipedia. *Structure des protéines* . [En ligne] 29 JUILLET 2015.
https://fr.wikipedia.org/wiki/Structure_des_prot%C3%A9ines
- (23).Site internet : [En ligne] 23 07 2014.
<http://www.advancemedicalsystems.com/fr/nonlaser/fue-hairtransplant.html>.
- (24). Maria Valéria Robles Velasco, Tania Cristina de Sá Dias, Anderson Zanardi de Freitas, Nilson Dias Vieira Júnior, Claudinéia Aparecida Sales de Oliveira Pinto, Telma Mary Kaneko, André Rolim Baby. *Hair fiber characteristics and methods to evaluate hair*

physical and mechanical properties. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences vol. 45, n. 1 , 2009

(25). Martini, M.C. « *Cycle de pousse* ». *Introduction à la dermopharmacie et à la cosmétologie*. Paris Editions Lavoisier. 2007, p. 177.

(26). Site internet : *Mécanisme de la synthèse de la kératine*.

http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/article.php3?id_article=1280.

(27). Site internet : www.hair-science.fr [En ligne] 30 JUILLET 2015. http://www.hair-science.fr/int/fr/topic/topic_sousrub.aspx?tc=ROOT-HAIR-SCIENCE^SO-STURDY-SO-FRAGILE^PROPERTIES-OF-HAIR&cur=PROPERTIES-OF-HAIR.

(28). P. Bouhanna. *LES ALOPECIES : DE LA CLINIQUE AU TRAITEMENT*. Collection Guide Pratique de Dermatologie. Paris : Éditions MED'COM, 2004. p. 57.

(29). Miserez A, Guerette PA. *Phase transition-induced elasticity of α -helical bioelastomeric fibres and networks*. 2013, Chem Soc Rev.,7;42(5):1973-95.

(30). Site internet : « compositions des laques » . [En ligne] 23 MAI 2014.

<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doschim/decouv/cheveux/laques.html>.

(31). Hrdy, D. *Quantitative hair form variations in seven populations*. 1973, American Journal of Physical Anthropology. 39:7-17.

(32). Loussouarn G1, Garcel AL, Lozano I, Collaudin C, Porter C, Panhard S, Saint-Léger D, de La Mettrie R. *Worldwide diversity of hair curliness: a new method of assessment*. 2007, Int J Dermatol. 46 Suppl 1:2-6.

(33). Site internet : « Courbure et distance de Hausdorff. *images.math.cnrs.fr* ». [En ligne] 12 07 2015. <http://images.math.cnrs.fr/Courbure-et-distance-de-Hausdorff.html>.

(34). Site internet : *Mizani Natural Curl Key*. www.mizani.com. [En ligne] 12 07 2015.

<http://www.mizani.com/your-hair--inspiration>.

(35). G. Loussouarn. *African hair growth parameters*. . 2001, Br J Dermatol. 145:294-97.

(36). *Current research on ethnic hair* 2003, J Am Acad Dermatol. 48:S115-9.

(37). A. Franbourg, PhD,a P. Hallegot, PhD,b F. Baltenneck, PhD,b C. Toutain,a and F. Leroy, B.A, Bernard. *Hair shape of curly hair*. 2003 , J Am Acad Dermatology. 48(6 Suppl):S120-6.

- (38). Thibaut S. et B.A. Bernard. *The biology of hair shape*. 2005, Int J Dermatol. 44 Suppl 1:2-3.
- (39). Thibaut S, Gaillard O, Bouhanna P, Cannell DW, Bernard BA. *Human hair shape is programmed from the bulb*. 2005, British Journal of Dermatology. 152(4):632-8.
- (40). Khumalo NP, Doe PT, Dawber RP, Ferguson DJ. *What is normal black African hair? A light and scanning electron-microscopic study*. . 2000, J Am Acad Dermatol. 43:814-20.
- (41). Kreplak L, Briki F, Duvault Y, Doucet J, Merigoux C, Leroy F, Lévêque JL, Miller L, Carr GL, Williams GP, Dumas P. *Profiling lipids across Caucasian and Afro-American hair transverse cuts, using synchrotron infrared microspectrometry*. 2001;, International Journal of Cosmetology Sciences. 23(6):369-74.
- (42). J. Menkart, L. J. Wolfram , Irene Mao *Caucasian Hair, Negro Hair, and Wool: Similarities and Differences*.. 1966, Journal of the Society of Cosmetic Chemists. Vol. 17, No. 13, 769-788.
- (43). . Van Neste D, Tobin DJ. *Hair cycle and hair pigmentation: dynamic interactions and changes associated with aging* .2004, Micron. 35(3):193-200.
- (44). Ozeki H, Ito S, Wakamatsu K. *Chemical characterization of melanins in sheep wool and human hair*. 1996, Pigment Cell Res. 9(2):51-7.
- (45). Loussouarn G, El Rawadi C, Genain G. *Diversity of hair growth profiles*.. 2005, Int J Dermatology. 44 Suppl 1:6-9.
- (46). Porter CE, Diridollou S, Holloway Barbosa V. *The influence of African-American hair's curl pattern on its mechanical properties*. 2005, International Journal Dermatology. 44 Suppl 1:4-5.
- (47). Ann Dermatol Venereol. *Alopécie Item no 288 : Troubles des phanères* .. 2005, Ann Dermatol Venereol. 132:7S188-7S191.
- (48). Adams, Brian B. *Which skin infections are transmitted between athletes?* 2001 Western Journal of Med. 174(5): 352–353.
- (49). Cristina Garrido Colmenero, 1,* Aurelio Martín Castro,2 Ignacio Valenzuela Salas, Eliseo Martínez García Gonzalo Blasco Morente,1 and Jesús Tercedor Sánchez.

Squamous cell carcinoma in lichen planopilaris. 2013, J Dermatol Case Rep. 30; 7(3): 84–87.

(50). Siddhi Chikhalkar, Hemangi Jerajani, and Bhushan Madke. *Evaluation of Utility of Phenol in Alopecia Areata*. 2013, Int J Trichology. 5(4): 179–184.

(51). Abd-Elaziz El-Taweel, Fatma El-Esawy, and Osama Abdel-Salam. *Different Trichoscopic Features of Tinea Capitis and Alopecia Areata in Pediatric Patients*. 2014, Dermatology Research and Practice. Volume 2014 (2014), Article ID 848763, 6 pages.

(52). Site internet : « alopecie. dermato-info.fr ». [En ligne] 04 06 2015. http://dermato-info.fr/article/L_alopecie.

(53). Tosti, Ingrid Herskovitz and Antonella. *Female Pattern Hair Loss*. 2013;, International Journal of Endocrinology and Metabolism. e9860.

(54). Groenlandica. Hjorth. *Traumatic marginal alopecia; a special type: alopecia* 1957, British Journal of Dermatology. 69:319—22.

(55). James J, Saladi RN, Fox JL. *Traction alopecia in Sikh male patients*. 2007, J Am Board Fam Med. Volume 20: 497-498.

(56). Khumalo NP, Jessop S, Gumedze F, Ehrlich R. *Determinants of marginal traction alopecia in African girls and women*. 2008 , J Am Acad Dermatol. 59: 432-438.

(57). Hantash BM, Schwartz RA. *Traction alopecia in children*. 2003, cutis. 71(1):18-20.

(58). Aman Samrao, Daniel Zedek, Vera H. Price and Paradi Mirmirani. *The Fringe Sign A Useful Clinical Finding in Traction Alopecia of the Marginal Hair Line*, 2011, Journal of Clinical & Experimental Dermatology Research. Res 2:117.

(59). RM, Trueb. *"Chignon alopecia": a distinctive type of nonmarginal traction alopecia*. 1995, Cutis. 55: 178-179.

(60). N. Kluger, B. Cavelier-Balloy, P. Assouly. *Les alopecies par traction*. 2013, Annales de Dermatologie et de Vénérologie. 140; 304-314.

(61). Callender VD, McMichael AJ, Cohen GF. *Medical and surgical therapies for alopecias in black women*. 2004, Dermatol Ther. 17(2):164-76.

- (62). Site internet : www.menshairforum.com (Thread-Dreadlocks-and-Locks-for-Men-Epic-Pictures) . [En ligne] 13 08 2015. <http://www.menshairforum.com/talk/Thread-Dreadlocks-and-Locks-for-Men-Epic-Pictures>.
- (63). Site internet : www.pinkglamfactory.fr [En ligne] 12 08 2015. <http://www.pinkglamfactory.fr/site/index.php/extensions>.
- (64). Callender VD, McMichael AJ, Cohen GF. *Medical and surgical therapies for alopecias in black women.* . 2004, Dermatol Ther. 17: 164-176.
- (65). Site internet : dreadlockssite. [En ligne] 23 08 2015. <http://www.dreadlockssite.com/dreadlocks-forums/forum/dread-maintenance/58094/FileNotFound>.
- (66). SULIMOVIC.L, FITOUSSI.C. Dermatologie sur peau noire en France métropolitaine . *Dermatologie sur peau noire en France métropolitaine.* Paris, Editions : médecine sciences Flammarions, 2003, p. 89.
- (67). Rucker Wright D, Gathers R, Kapke A, Johnson D, Joseph CL. *Hair care practices and their association with scalp and hair disorders in African American girls.* 2011, J Am Acad Dermatol. 64(2):253-62.
- (68). Swee W, Klontz KC, Lambert LA. *A nationwide outbreak of alopecia associated with the use of a hair-relaxing formulation.* 2000, Arch Dermatol. 136(9):1104-8.
- (69). Amy J. McMichael, MD. *Ethnic hair update: Past and present .* 2003, J Am Acad Dermatol. 48:S127-33.
- (70). Khumalo, N. P. *"Relaxers" damage hair : Evidence from amino acid analysis.* 2009, J AM Acad Dermatol. vol 62, Numero 3 page 402-408.
- (71). EN, Nnoruka. *Hair loss: is there a relationship with hair care practices in Nigeria ?* 2005 Oct, Int J Dermatol. 44 Suppl 1:13-7.
- (72). A. L. Miranda-Vilela, A. J. Botelho and L. A. Muehlmann . *An overview of chemical straightening of human hair: technical aspects, potential risks to hair fibre and health and legal issues.*. 2013, , International Journal of Cosmetic Science. 1–10.

- (73). Site internet : « L'Oréal. Composition de défrisage des cheveux comprenant de la tétraméthylguanidine. *google brevet* ». [En ligne] 23 07 2015.
<http://www.google.com/patents/EP1535598A1?cl=fr>.
- (74). Whiting, D.A. *Traumatic Alopecia*. 1999, international journal of dermatology , pp. 34-44.
- (75). Nicholson AG1, Harland CC, Bull RH, Mortimer PS, Cook MG. *Chemically induced cosmetic alopecia*. 1993, Br J Dermatol. 128(5):537-41.
- (76). Olasode, Olayinka A. *Chemical hair relaxation and adverse outcomes among Negroid women in South West Nigeria* . 2009; Journal of Pakistan Association of Dermatologists. 19: 203-207.
- (77). Site internet :” roomofourown.org. relaxers-colourism-my-presentation-for-the-race-sex-event-by-the-runnymede-trust”. [En ligne] 12 08 2015.
<http://www.aroomofourown.org/relaxers-colourism-my-presentation-for-the-race-sex-event-by-the-runnymede-trust/>.
- (78). Ross E.K, Tan E, Shapiro J. *Update on primary cicatricial alopecias*. 2005, J Am Acad Dermatol. 53(1):1-37; quiz 38-40.
- (79). Gathers RC, Jankowski M, Eide M, Lim HW. *Hair grooming practices and central centrifugal cicatricial alopeci*. 2009; J Am Acad Dermatol. 60(4):574-8. doi: 10.1016/.
- (80). Temitayo A. Ogunleye, MDa, Amy McMichael, MDb, Elise A. Olsen, MDc. *Central Centrifugal Cicatricial Alopecia : What Has Been Achieved, Current Clues for Future Research..* 2014, Dermatologic Clinics. Volume 32, Issue 2, Pages 173–181.
- (81). Gathers RC, Lim HW. *Central centrifugal cicatricial alopecia: past, present, and future*. 2009, J Am Acad Dermatol. 60(4):660-8.
- (82). Sperling LC, Sau P: *The follicular degeneration syndrome in black patients. “Hot comb alopecia” revisited and revised*. 1992, Arch Dermatol. 128:68–74, 199.
- (83). Olsen, Elise A. *Female Pattern Hair Loss and its Relationship to Permanent/ Cicatricial Alopecia: A New Perspective*. 2005, J Investig Dermatol Symp Proc. 10:217 – 221.

- (84). Tosti, Mariya Miteva Antonella. *Central Centrifugal Cicatricial Alopecia Presenting with Irregular Patchy Alopecia on the Lateral and Posterior Scalp*. 2015, *Skin Appendage Disord.* ;1:1-5.
- (85). . Whiting DA, Olsen. *Central centrifugal cicatricial alopecia..* 2008, *Dermatol Ther.* 21: 268-278.
- (86). *How not to get scar(r)ed: pointers to the correct diagnosis in patients with suspected primary cicatricial alopecia.* 2009 , *British Journal of Dermatology.* 160, pp482-501.
- (87).Site internet : Sperling, Dr. Physiological review. *Physiological review.* [En ligne] 21 JUILLET 2015. <http://physrev.physiology.org/content/81/1/449>.
- (88). Erica C. Davis, MD,a Sophia D. Reid, BS, Valerie D. Callender, MD,corresponding author and Leonard C. Sperling, MDc. *Differentiating Central Centrifugal Cicatricial Alopecia and Androgenetic Alopecia in African American Men.* 2012, *J Clin Aesthet Dermatol.* 5(6): 37-40.
- (89). J.T. Headington. *Cicatricial alopecia..* 1996, *Dermatol Clin.* 14(4):773-82.
- (90). Dlova, Ncoza C. *Central centrifugal cicatricial alopecia: possible familial aetiology in two African families from South Africa .* 2012, *International Journal of Dermatology.* 51 (Suppl. 1): 17-20.
- (91). Ross EK, Tan E, Shapiro J. *Update on primary cicatricial alopecias.* *J Am Acad Dermatol.* . 2005, *J Am Acad Dermatol.* 53:1-37.
- (92).Site internet : CENTRE SABOURAUD . [En ligne] 23 07 2015. http://www.centresabouraud.fr/les_examens_specialises,5.html.
- (93). SULIMOVIC, C. FITOUSSI L. *Dermatologie sur peau noire en France métropolitaine. Dermatologie sur peau noire en France métropolitaine.* Paris : medecine sciences flammariion, 2003, p. 87.
- (94). CM, Stephanoto. *Histopathology of alopecia: a clinicopathological approach to diagnosis.* 2010;, *Histopathology.* 56(1):24-38.
- (95). Price, Vera H. *The Medical Treatment of Cicatricial Alopecia.* [En ligne] 23 07 2015. http://www.seattlederm.org/documents/medical_treatment_of_scarring_alopecia.pdf.
- (96). Price, Vera H. *The Medical Treatment of Cicatricial Alopecia.* 2006, Elsevier Inc.

- (97). Gary N. Fox, MD, Julie M. Stausmire, MSN, CNS et Darius R. Mehregan, MD. *Traction Folliculitis: An Underreported Entity*. 2007 , cutis, VOLUME 79.
- (98). Site internet : lyon-sud.univ-lyon1. Module Produits de santé. *lyon-sud.univ-lyon1*. [En ligne] 01 09 2015. http://lyon-sud.univ-lyon1.fr/servlet/com.univ.collaboratif.utils.LectureFichiergw?ID_FICHER=1320402911070.
- (99). Site internet : *homemadementvotre.wordpress.com*. [En ligne] 2 08 2015. <https://homemadementvotre.wordpress.com/author/homemadementvotre/>.
- (100). Site internet : biochim-agro.univ-lille1 [En ligne] 23 5 2015. http://biochim-agro.univ-lille1.fr/lipides/co/Cours_C_6_b_1.html.
- (101). Martini Marie claudie. « Les détergents » . *introduction à la dermopharmacie et à la cosmétologie*. Paris : Lavoisier , 2006, pp. 178-180.
- (102). Lundov MD, Opstrup MS, Johansen JD. *Methylisothiazolinone contact allergy--growing epidemic*. 2013 Nov; Contact Dermatitis. 69(5):271-5.
- (103). Site internet : « les-marques-developpent-l-offre-beaute-ethnique » . [En ligne] 30 06 2015. <http://www.lsa-conso.fr/les-marques-developpent-l-offre-beaute-ethnique,210127>.
- (104). Site internet : *www.societechimiquedefrance.f*. [En ligne] 08 2015. http://www.societechimiquedefrance.fr/IMG/pdf/b_8_000_000.vfx_sav.pdf.
- (105). Keis K, Persaud D, Kamath YK, Rele AS. *Investigation of penetration abilities of various oils into human hair fibers*. . 2005; J Cosmet Sci. 56:283–95.
- (106). Site internet : Diouda. [En ligne] 09 09 2015. http://www.diouda.fr/dhtml/resultat_recherche.php?keywords=keracare&x=0&y=0.
- (107). Site internet : [En ligne] 08 07 2015. <https://www.youtube.com/watch?v=phIvNpzAo-Y>.
- (108). Site internet : [En ligne] 08 07 2015. <http://beautiful-boucles.com/hydratation-proteines-soins-5-mythes-capillaires-et-reponses-scientifiques>
- (109). Site internet: Dermatology, Association American. Handle with care: African-American hair needs special care to avoid damage. [En ligne] 28 MAI 2015.

<https://www.aad.org/stories-and-news/news-releases/handle-with-care-african-american-hair-needs-special-care-to-avoid-damage>.

(110). Greffe de cheveux FUE. Dr Eric Bouhanna. [En ligne] 28 JUILLET 2015.

<http://www.docteurbouhanna.org/chirurgie-capillaire/greffe-de-cheveux-fue/>.

Titre et résumé en Anglais :

Cosmetics traumatic alopecia in women with African origins
--

Within the population of women with African origins, hair care and hair transformations are major concerns. Many techniques and hair styling practices exist and are transmitted from generation to generation. However, despite the special attention paid to these women their hair, there are many cases of traumatic alopecia in women and this from an early age. The objective of this thesis is on the one hand, identify the different types of traumatic alopecia encountered in this population and secondly to highlight the factors that are responsible. The culmination of this work is the creation of the website www.BlackCeuticals.com. This site will include in part, all the information necessary to understand the mechanisms responsible for these alopecia and recommendations to reduce the appearance of these hair loss.

RESUMÉ EN FRANÇAIS

Au sein de la population de femmes ayant des origines africaines, le soin des cheveux ainsi que les transformations capillaires sont des préoccupations importantes. De nombreuses techniques de coiffure et pratiques capillaires existent et sont transmises de génération en génération. Cependant, malgré l'attention particulière que portent ces femmes à leur chevelure, il existe de nombreux cas d'alopécie traumatique chez ces femmes et ceci dès le plus jeune âge.

L'objectif de cette thèse est d'une part, d'identifier les différents types d'alopécies traumatiques rencontrées dans cette population et d'autre part de mettre en évidence les facteurs qui en sont responsables. L'aboutissement de ce travail est la création du site internet www.BlackCeuticals.com. Ce site regroupera en partie, l'ensemble des informations nécessaires pour comprendre les mécanismes responsables de ces alopécies et des recommandations pour réduire l'apparition de ces chutes de cheveux.

DISCIPLINE administrative : PHYSIOLOGIE CUTANÉE, PHARMACOTECHNIE, COSMÉTOLOGIE.

MOTS-CLÉS : PROPRIÉTÉS CHEVEUX CRÉPUS ET FRISÉS, ALOPÉCIE TRAUMATIQUE, COSMÉTIQUES ETHNIQUES, CHUTE DE CHEVEUX, www.BlackCeuticals.com, CROCHET BRAIDS, DÉFRISAGE, ALOPÉCIE DE TRACTION, ALOPÉCIE CICATRICIELLE CENTRALE CENTRIFUGE, CHEVEUX DÉFRISÉS, DERMATOLOGIE PEAU NOIRE, TRAITEMENT CHUTE DE CHEVEUX, SOINS CHEVEUX AFRICAINS, COIFFURES AFRICAINES.

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Laboratoire de Pharmacie Galénique
CIRIMAT - UMR 5085 UPS-INPT-CNRS - Institut Carnot
Équipe "Phosphates, Pharmacotechnie, Biomatériaux"
Faculté des Sciences Pharmaceutiques
31062 Toulouse cedex 09

Directeur de thèse Mme GIROD-FULLANA Sophie : Docteur en Pharmacie, Maître de conférences HDR, Faculté de Pharmacie, Université Toulouse 3.