

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Schéma simplifié de la mélanogénèse	5
Figure 2: Synthèse normale de la mélanine	7
Figure 3:Ochronose exogène et vergetures	10
Figure 4:Hyperpigmentation des faces dorsales des phalanges.....	10
Figure 5:Coloration grise bleutée du pavillon de l'oreille	11
Figure 6:Syndrome de Lyell suite à une injection de glutathion	11
Figure 7:Tumeur ulcérée suite à l'utilisation de produits dépigmentants.....	11
Figure 8:Produits sélectionnés	21
Figure 9:Croquis du spectrophotomètre d'absorption atomique.....	25
Figure 10: Dispositif SAA à vapeur froide	26
Figure 11: Pesée d'un échantillon de crème éclaircissante	27
Figure 12: Ajout d'acides dans les échantillons	28
Figure 13:Ajout d'acide nitrique au niveau du tube collecteur	29
Figure 14:Echantillons après ajout d'acides.....	29
Figure 15:Minéralisation des échantillons sous hôte	30
Figure 16:Récupération du contenu des tubes après minéralisation	31
Figure 17:Composants de tubes pour métaux lourds	31
Figure 18:Matériel de préparation d'étalons	32
Figure 19:Etapes de préparation de la solution de SnCl₂.....	33
Figure 20:Dispositif d'analyse du mercure par SAA module vapeur froide.....	34
Figure 21:Répartition des utilisatrices suivant la fréquence d'application des produits éclaircissants.....	36
Figure 22:Répartition des utilisatrices suivant le niveau d'instruction	36
Figure 23:Répartition des utilisatrices suivant la durée d'utilisation de produits dépigmentants	37
Figure 24:Répartition des utilisatrices de produits dépigmentants suivant le poids.....	37
Figure 25:Répartition des utilisatrices de produits dépigmentants suivant l'âge.....	38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Limites du mercure dans les produits cosmétiques autres que ceux destinés à la zone oculaire.....	17
Tableau 2: Origine des produits utilisés à Dakar	22
Tableau 3: Origine des produits sélectionnés en Côte d'Ivoire (Abidjan).....	22
Tableau 4: Volumes de préparation des étalons	32
Tableau 5: Concentration en mercure de laits et crèmes cosmétiques analysées (marchés de Dakar) et doses d'exposition journalière	39
Tableau 6: Concentration en mercure de laits cosmétiques analysés (marchés d'Abidjan)	40
Tableau 7: Entretiens avec des dermatologues	41

SOMMAIRE

Introduction.....	1
I. La Dépigmentation Cosmétique Volontaire (DCV)	3
1. Définition.....	3
2. Agents dépigmentants.....	4
3. Complications médicales.....	8
II. Le mercure	12
1. Paramètres physico chimiques.....	12
2. Utilisation	12
3. Intoxication chronique.....	14
4. Le mercure dans les produits cosmétiques	16
5. Règlementation relative au mercure dans les produits cosmétiques	17
III. Méthodologie	19
1. Cadre de l'étude.....	19
2. Description du profil socio démographique	21
3. Détermination de la concentration en mercure.....	21
4. Description de l'état de santé des utilisatrices de produits dépigmentants.....	35
IV. Résultats et discussion	36
Conclusion	46

Introduction

L'éclaircissement de la peau est un phénomène que l'on rencontre aussi bien chez les hommes que chez les femmes. Il se fait à partir de préparations éclaircissantes à base de produits chimiques qui permettent d'obtenir un teint plus clair. Ces préparations peuvent également être utilisées dans le traitement des troubles d'hyperpigmentation. Ce phénomène est surtout répandu chez les populations à peau sombre des pays d'Afrique, d'Asie, d'Europe et d'Amérique (Teclessou, et al., 2018).

En Afrique subsaharienne, la pratique de la dépigmentation est très répandue, elle est prédominante chez les femmes, quel que soit leur statut socio-professionnel. Des études réalisées à Lagos, à Bamako et à Dakar ont révélé une prévalence de ce phénomène comprise entre 25 et 77,3% (Teclessou, et al., 2018). Parmi les principales causes de l'augmentation exponentielle de ce phénomène, on peut citer le manque de ressources financières et le contrôle déficitaire au niveau des frontières et des surfaces de commercialisation, exposant les populations à une large palette de produits à faible coût mais probablement très dangereux. En 2011, le Sénégal a été classé par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme faisant partie des pays d'Afrique où le phénomène de la dépigmentation est le plus prononcé (OMS, 2011).

Selon la base de données du Système européen d'alerte rapide pour les produits "non-alimentaires" dangereux, encore appelé Rapid Alert System for Non-Food Products (Rapex), entre 2005 et 2018, 26,3% de toutes les infractions liées aux produits cosmétiques concernaient les produits éclaircissants de la peau. La principale raison de la violation était liée à la présence dans ces produits d'hydroquinone, de mercure ou de propionate de clobétasol (Irmina, et al., 2018).

Au-delà de l'hydroquinone et des glucocorticoïdes qui ont été longtemps incriminés dans la dépigmentation, les produits éclaircissants pour la peau pourraient contenir d'autres substances telles que le mercure. Ce métal encore appelé vif argent est interdit, car connu pour son activité néphrotoxique, neurotoxique et reprotoxique. Il est retrouvé dans certaines crèmes et produits éclaircissants sous forme de sels de mercure. Lors de l'application des produits contenant des sels de mercure, ces derniers vont inhiber la formation de mélanine en inactivant l'enzyme qui mène à sa production. La conséquence de cette action sera le changement de couleur de la peau qui deviendra plus clair et donc la survenue de l'effet recherché (Kourouma, 2016). L'ampleur des effets de ces produits en Europe n'a pas été évaluée de manière approfondie (Irmina, et al., 2018); l'Afrique n'en est pas moins épargnée et surtout l'Afrique occidentale où les conditions de contrôle sont parfois défaillantes. Ces facteurs associés à la porosité des frontières jouent un rôle important dans l'expansion de la dépigmentation.

Devant l'urgence sanitaire que constitue une telle exposition, notre étude avait comme objectifs de déterminer la concentration en mercure de différents crèmes et laits de corps cosmétiques éclaircissants du marché sénégalais et ivoirien, mais également déterminer le profil sanitaire et socio démographique des utilisatrices sénégalaises.

Pour cela, nous débuterons par une première partie où il s'agira principalement de parler de la dépigmentation artificielle et du mercure à travers une étude bibliographique. Il s'en suivra une deuxième partie dans laquelle nous présenterons le cadre de l'étude, ainsi que la méthodologie adoptée pour parvenir à nos différents résultats.

I. La Dépigmentation Cosmétique Volontaire (DCV)

1. Définition

La dépigmentation cosmétique se définit comme l'ensemble des procédés visant à obtenir un éclaircissement de la peau dans un but esthétique (Kourouma, 2016). La terminologie savante pour désigner cette pratique est souvent « la dépigmentation cosmétique **volontaire** » (DCV) ou « artificielle » qui met l'accent sur son caractère intentionnel (afssaps, 2011). C'est une pratique bien connue en Afrique noire et est observée aussi dans les populations noires et métissées d'Europe et des Etats-Unis. Par opposition à la DCV, il existe des troubles de pigmentation allant d'un excès (hyperpigmentation) à une absence totale de pigmentation (achromie /albinisme) (Migan, 2013). Il existe des différences dans les pratiques de la dépigmentation volontaire en fonction du niveau socio-économique et/ou d'éducation (afssaps, 2011). Ces pratiques sont désignées, selon les zones géographiques concernées, par des termes différents. Ainsi, au Sénégal les termes wolofs : « xeessal » (mot d'origine arabe désignant une terre argileuse que les femmes arabes emploient dans le hammam pour nettoyer l'épiderme), renvoie à des pratiques agressives par le biais de corticoïdes dont les effets sont particulièrement visibles. Il concernerait les classes sociales les plus démunies tandis que « leeral » semble qualifier des pratiques moins agressives, fondées préférentiellement sur l'emploi de l'hydroquinone. Il concernerait les classes plus aisées (afssaps, 2011). Les produits éclaircissants pour la peau se présentent en général sous forme de savons et de crèmes. Les savons sont commercialisés en tant que “savons antiseptiques” (OMS, 2011). Les crèmes sont en général conditionnées en tubes ou en pots (Irmima, et al., 2018).

2. Agents dépigmentants

Les femmes utilisent plusieurs produits dans leurs préparations selon des “recettes” transmises entre amies. Les produits actifs les plus utilisés au Mali et au Sénégal sont aujourd’hui les dermocorticoïdes et l’hydroquinone, utilisés isolément ou, le plus souvent, en association. L’utilisation des dérivés mercuriels était très répandue autrefois, mais actuellement plus limitée du fait de leur interdiction à la vente dans de nombreux pays (Giudice, et al., 2003). Tous ces produits agissent à différents niveaux de la synthèse du pigment qui donne sa couleur à la peau : la mélanine.

La synthèse de mélanine (mélanogénèse) dans les mélanocytes est un processus très complexe qui fait intervenir une variété de protéines, d’enzymes et d’acides aminés. Trois enzymes principales de la mélanogénèse ont été identifiées : la tyrosinase et les tyrosinases related proteins TRP 1 et 2 (Passeron, et al., 2005). La mélanogénèse se déroule en plusieurs étapes :

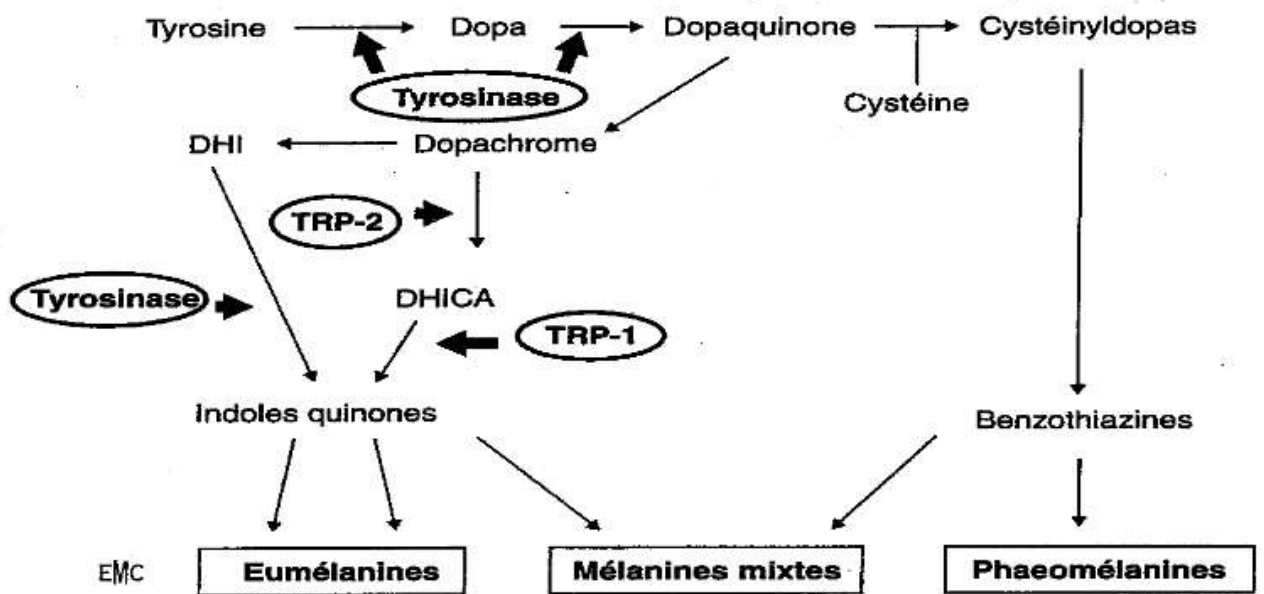
- L’embryogénèse des mélanocytes, leur survie et leur différenciation ;
- La biogénèse des mélanosomes ;
- La synthèse des différents types de mélanine, la tyrosinase étant l’enzyme clé ;
- Le transport et le transfert des mélanosomes aux kératinocytes adjacents par les dendrites kératinocytaires ;
- L’élimination des mélanosomes et la dispersion de la mélanine dans l’épiderme

Les agents dépigmentants d’origine naturelle ou chimique agissent à différents niveaux en inhibant la mélanogénèse et combinent, pour certains, plusieurs mécanismes d’action (**figure 1**):

- Inhibition enzymatique de la tyrosinase, des TRP et/ou des peroxydases ;
- Diminution du transfert des mélanosomes aux kératinocytes ;

- Stimulation du renouvellement cellulaire des kératinocytes épidermiques qui conduit à la dispersion rapide de la mélanine contenue dans les mélanosomes ;
- Par action anti-inflammatoire ;
- Inhibition de la mélanocortine (α MSH)
- Par mélanotoxicité : par toxicité directe ou par libération de composés toxiques pour le mélanocyte.

L'agent dépigmentant idéal devrait avoir un effet dépigmentant fort, rapide et sélectif sur les mélanocytes hyperactifs et ne devrait pas entraîner d'effets secondaires (Migan, 2013).



Synthèse des mélanines. TRP-2 : tyrosinase related protein 2 ou dopachrome tautomérase ; TRP-1 : tyrosinase related protein 1 ou DHICA oxidase ; DHI : 5,6-dihydroxyindole ; DHICA : acide 5,6-dihydroxyindole-2 carboxylique.

Figure 1: Schéma simplifié de la mélanogénèse (Mukendi, 2016)

2.1 Agents dépigmentants d'origine chimique

Les principaux agents dépigmentants d'origine chimique sont : les dérivés du mercure, l'hydroquinone (molécule interdite en Europe pour un usage cutané en cosmétologie depuis mars 2000 du fait de son caractère toxique pour les mélanocytes), les corticoïdes (principes actifs réservés au domaine médical), le peroxyde d'hydrogène (à des concentrations excluant un usage cosmétique) (Wang, et al., 2015). Tous ces ingrédients dangereux sont la base de préparations dépigmentantes illicites susceptibles d'être retrouvées sur le marché.

- Les dérivés mercuriels

Les dérivés mercuriels agissent dès les premières étapes de la synthèse de la mélanine. Le mercure entre en compétition avec le cuivre du site actif de la tyrosinase et se combine à la structure protéique de l'enzyme (**figure 2& 3**). Le cuivre est disponible mais ne peut être incorporé dans l'enzyme ; cette rivalité empêche la synthèse de la Dopaquinone, métabolite de la biosynthèse de la mélanine. Le mercure n'a aucune indication thérapeutique. Le mercurothiolate (ou thiomersal) reste le seul dérivé mercuriel encore utilisé. Il a été largement utilisé comme conservateur et antiseptique et est encore utilisé notamment dans certains vaccins et dans des préparations à usage ophtalmique ou nasal. L'utilisation de dérivés mercuriels a été remise en question du fait des effets toxiques que peuvent entraîner leur accumulation, particulièrement les effets neurotoxiques (Migan, 2013).

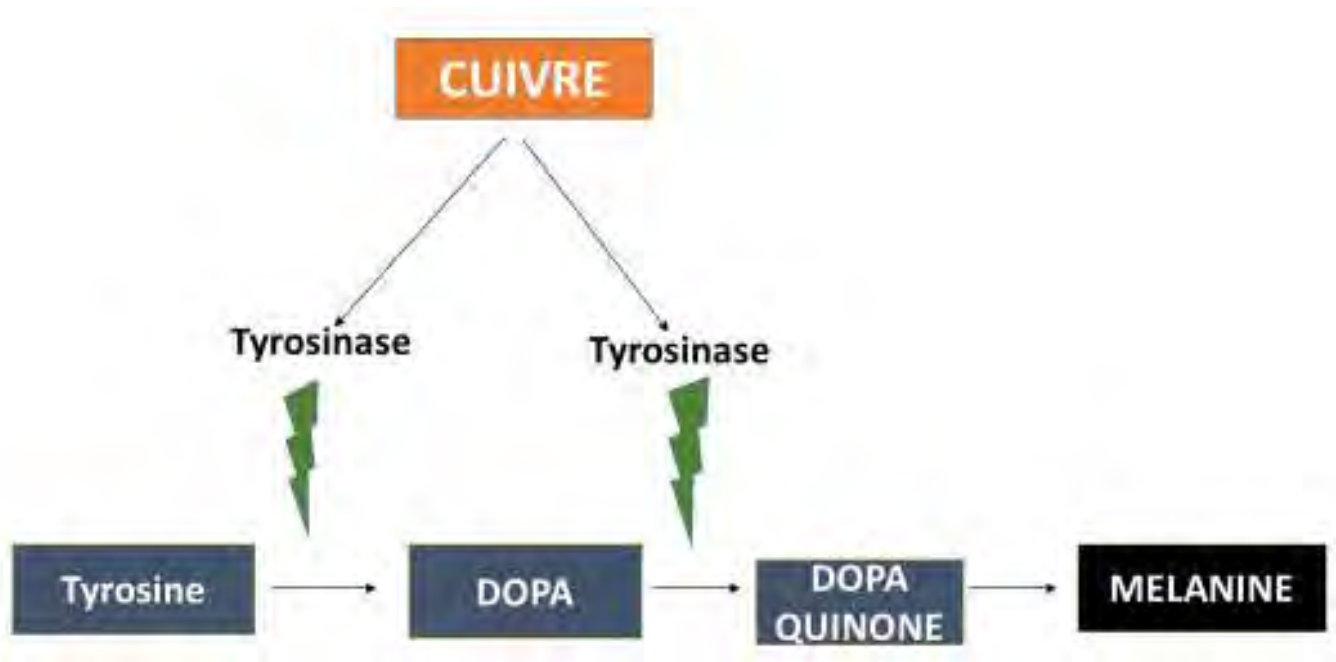


Figure 2: Synthèse normale de la mélanine

- L'hydroquinone

L'hydroquinone et ses dérivés sont des inhibiteurs compétitifs de la tyrosinase. Ils ont une structure analogue aux précurseurs mélanogéniques comme la tyrosine et la DOPA. Agent dépigmentant auquel le plus grand nombre de travaux a été consacré, l'hydroquinone est restée pendant de nombreuses années une référence en matière d'agents dépigmentants et est utilisée en clinique depuis 1961 dans le traitement des hyperpigmentations cutanées (Migan, 2013).

- Les dermocorticoïdes

Ce sont des anti-inflammatoires stéroïdiens utilisés par voie locale. Ils ont un potentiel dépigmentant certain ; cependant, leur mécanisme d'action dans la dépigmentation n'est pas clairement établi. Ils diminueraient l'activité des mélanocytes et par conséquent la mélanogénèse (Migan, 2013).

- Les injections au glutathion

Le glutathion est une protéine formée de glutamate, de cystéine et de glycine. C'est une forme récente de dépigmentation pour les classes plus aisées (LY, 2019). La tyrosinase étant l'étape limitant la vitesse de formation de la mélanine, l'inhiber est une étape majeure pour réduire la production de pigments. Les preuves montrent que le glutathion peut affecter directement la tyrosinase, interférer avec ses processus de transport cellulaire ou l'inactiver indirectement par la modulation des niveaux de cystéine (Villarama, et al., 2005).

2.2 Agents dépigmentants d'origine naturelle

Parmi les agents dépigmentants d'origine naturelle, nous pouvons citer entre autres :

- L'arbutine qui est un dérivé de l'hydroquinone.
- L'acide kojique qui est un métabolite fongique produit par la plupart des espèces *Penicillium* et *Aspergillus* et indiqué dans les troubles d'hyperpigmentation.
- La licorice (ou réglisse) est obtenue à partir des racines de *Glycyrrhiza glabra* et contient une variété de flavonoïdes.

3. Complications médicales

Les complications survenant lors de la dépigmentation cosmétique volontaire peuvent être cutanées ou systémiques.

Les complications cutanées sont des affections induites ou aggravées par la DCV et sont présentes chez 60% à 96% des utilisateurs de produits cosmétiques dépigmentant en Afrique sub-saharienne. Des cas de cancers cutanés ont été rapportés chez des femmes pratiquant la DCV au Sénégal (**figure 7**). En effet, parmi les patientes qui ont présenté un cancer, on a une mortalité de 25 %. Ce qui n'est pas négligeable parce qu'un patient sur quatre qui a un cancer lié à la dépigmentation décède à la suite de ce cancer (BA, 2019) . Le syndrome de Lyell se

manifestant par la peau qui s'enlève est aussi une complication des injections au glutathion (**figure 6**). Les effets indésirables cutanés les plus fréquents sont l'acné (12 à 53 %), une atrophie cutanée (8 à 41 %), des troubles de la pigmentation (14 à 85 %), des vergetures (7 à 44 %) (Giudice, et al., 2003). D'autres manifestations mineures sont souvent observées: persistance d'une hyperchromie des joints au niveau des doigts des mains (**figure 4**), aspect bleuté de la conque de l'oreille (**figure 5**), autant de signes pouvant constituer de bons "marqueurs" de la pratique et à l'arrêt de la pratique du "xessal". L'ochronose exogène représente une complication plus originale, qui serait secondaire à l'application prolongée d'hydroquinone sur des régions découvertes sans protection solaire associée (**figure 3**). Elle réalise un tableau d'hyperchromie foncée, d'abord maculeuse, puis papuleuse (en "grains de couscous"), siégeant avec prédilection sur la nuque, les épaules et les régions malaires (Giudice, et al., 2003).

Parmi les complications systémiques, la toxicité des composés mercuriels et leur absorption percutanée notable sont des faits bien établis. Des cas d'intoxication mercurielle à expression neurologique ont été rapportés. Le diabète et l'hypertension artérielle étaient significativement plus fréquents chez les femmes utilisant le "xessal" par rapport aux non-utilisatrices dans une étude menée à Dakar en milieu hospitalier (Raynaud, et al., 2001). Un retentissement possible sur la gestation en cas d'application prolongée de produits à base de propionate de clobétasol se traduisait par un petit poids des nouveau-nés à la naissance, (afssaps, 2011). Un freinage de l'axe hypothalamo-hypophysaire a été rapporté chez les femmes pratiquant le "xessal". Le risque de survenue de telles complications augmentait avec la durée d'utilisation des produits (Giudice, et al., 2003). Au Sénégal, deux (2) cas de carcinome spinocellulaire survenus chez des femmes noires utilisant des produits dépigmentants au long cours ont été décelés. La durée d'utilisation était de dix ans tandis que

chez la seconde patiente, les produits dépigmentants étaient utilisés depuis plus de 20 ans (LY, et al., 2010).



Figure 3:Ochronose exogène et vergetures

(Morand, et al., 2008)



Figure 4:Hyperpigmentation des faces dorsales des phalanges

(Morand, et al., 2008)



(Morand, et al., 2008)

**Figure 6:Coloration grise bleutée
du pavillon de l'oreille**



**Figure 5:Syndrome de Lyell suite à une injection
de glutathion** (PolycliniqueDakar)



(LY, et al., 2010)

**Figure 7:Tumeur ulcérée suite
à l'utilisation de produits dépigmentants**

II. Le mercure

1. Paramètres physico chimiques

Le mercure est un métal de numéro atomique $Z = 80$, connu depuis 1.500 av Jésus Christ. Le mercure est rare dans le milieu naturel. On le trouve en traces, dans les roches. Il est notamment extrait du cinabre (sulfure de mercure). Il est stable vis à vis de l'air, de l'eau, des acides et des alcalins. Il est utilisé dans la production de chlore et de NaOH, dans l'éclairage des rues, les fongicides, les appareils électriques... Le mercure est un métal qui présente des caractéristiques rares (PNUE, 2002).

- C'est le seul métal liquide à température ambiante (entre -10° et $+40^{\circ}\text{C}$) ;
- Il se caractérise par une extrême volatilité ;
- Il se combine très facilement avec d'autres molécules, que ce soient des métaux (amalgames), des molécules inorganiques (soufre) ou organiques (carbone) ;
- C'est un métal toxique : cette toxicité vient de son extrême volatilité (puisqu'il peut être facilement respiré), de sa relative solubilité dans l'eau et les graisses (il peut être facilement transporté dans le corps), et de sa capacité à se lier avec d'autres molécules, qu'il va modifier ou dont il va transformer les fonctions (Irmina, et al., 2018).

Ses capacités à s'associer à d'autres métaux ont été notamment utilisées pour l'extraction de l'or. Le mercure a aussi été utilisé pour ses propriétés biologiques, en tannerie et en médecine (traitement de la syphilis, par exemple) et dans les pratiques visant à éclaircir la peau (Mahé, et al., 2004).

2. Utilisation

Le mercure métal a trois (3) grands domaines d'application : dans l'industrie électrique comme constituant des piles, de lampes, de redresseurs de courant ou de minuterie ; dans

l'industrie chimique, il intervient dans la production par électrolyse de chlore (eau de javel) et de soude caustique ; pour la fabrication d'appareil de mesure et de laboratoire (baromètres, manomètres, densimètres, aéromètres, pompes à mercure, thermomètres...). Il sert également à la préparation de nombreux amalgames notamment dentaires, à la réalisation de miroir ou de dorure, et à la récupération de métaux précieux (Clarkson, 1997). La fabrication des thermomètres médicaux à mercure a cessé en France en 1999 du fait des dispositions réglementaires interdisant la mise sur le marché de ce type de thermomètres (Haufrond, et al., 2007).

Les dérivés minéraux du mercure trouvent de nombreux usages, notamment comme composants de piles sèches ou électrolytes pour accumulateurs, dans l'industrie chimique comme catalyseur en synthèse organique (pour la production de vinyle monomère) ou agent d'électrolyse, la fabrication de différents composés du mercure et la préparation de dérivés organo-mercuriels. Ils sont aussi employés comme pigments, dans les poudres détonantes des feux d'artifice, comme antiseptiques **ou dans les crèmes et savons anti-acnéiques ou éclaircissants cutanés** (Clarkson, 1997).

Les dérivés organiques sont surtout employés comme antifongique dans le papier et les peintures latex, comme algicide et insecticide, ou comme antiseptique et dans les vaccins (thiomersal). L'utilisation des composés organo-mercuriels pour les enrobages de semence et leur emploi dans la fabrication des peintures où ils jouaient un rôle fongicide sont interdits en Europe depuis le début des années 90 (Haufrond, et al., 2007).

En population générale, l'apport de mercure est principalement alimentaire. Les vapeurs de mercure et le relargage de mercure métal et de mercure inorganique par les amalgames dentaires représentent une source d'exposition jugée comme relativement faible, généralement inférieur à 5 µg/jour pour le mercure inorganique. Cet apport peut être

augmenté par la mastication de chewing-gum et le bruxisme chez les porteurs d'amalgames. Dans l'air ambiant, le mercure se trouve principalement sous forme élémentaire et résulte de l'émission du métal à partir des sources anthropiques, mais aussi industrielles (Clarkson, 1997).

3. Intoxication chronique

La plupart des données liées à l'intoxication chronique au mercure métal proviennent d'études épidémiologiques réalisées auprès de salariés d'usines de fabrication du chlore. L'organe cible chez l'Homme lors de l'inhalation de vapeurs de mercure est le système nerveux central et le rein (Haufroid, et al., 2007).

- Atteinte rénale

Le mercure ionisé Hg^{2+} (inorganique) va s'accumuler au niveau des tubules proximaux du rein et la zone superficielle de la médullaire externe. Lors de fortes expositions au mercure élémentaire ou inorganique, des tubulopathies dose-dépendantes et des glomérulonéphrites à dépôts extra-membraneux de mécanisme immunotoxique sont observés. Généralement les manifestations rénales de l'exposition chronique au mercure métallique, associent une atteinte glomérulaire et tubulaire modérée, survenant à des niveaux d'exposition supérieure à ceux nécessaires pour entraîner une atteinte neurologique (Haufroid, et al., 2007).

- Effets tératogènes et réprotoxiques

Le mercure métallique et ses dérivés passent la barrière placentaire. Leur rôle tératogène et foetotoxique chez l'animal est bien établi. Selon l'Organisation mondiale de santé (OMS), le risque d'avortement spontané chez les femmes professionnellement exposées au mercure n'a pas été établi. Aucune étude pertinente n'a permis de retrouver un risque sur les autres

aspects de la reproduction. Les Pays-Bas ont classé le mercure métallique comme pouvant entraîner une toxicité sur le développement (Haufrond, et al., 2007).

Le diméthylmercure traverse aisément la barrière placentaire et hématoencéphalique du fœtus, il passe dans le lait maternel de la femme contaminée la plupart du temps par son alimentation. Chez le fœtus, la concentration cérébrale en MeHg peut être 5 à 7 fois plus importante que la concentration sanguine maternelle (CICA, 2003). On a observé chez les enfants nés de mères intoxiquées par le MeHg au Japon et en Irak une augmentation de la prévalence des convulsions et des hypertonies spastiques, des cécités, des surdités et des retards mentaux (Haufrond, et al., 2007).

- **Rôle cancérogène**

Très peu d'informations sont disponibles concernant le potentiel cancérogène du mercure et de ses composés. Quelques tumeurs bénignes et malignes sont rapportées au niveau des reins, à la suite d'expositions au chlorure mercurique (INERIS, 2014).

Le mercure et ses composés minéraux sont classés dans le groupe 3 par le CIRC (inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme) (IARC, 1993).

- **Atteintes du système nerveux**

Dans un premier temps, des paresthésies des extrémités, une asthénie, un malaise général et une atteinte du champ visuel sont observés lors d'intoxications peu sévères (Haufrond, et al., 2007) (Clark, 2002), puis suit une encéphalopathie sévère avec détérioration intellectuelle, des troubles du comportement (euphorie, dépression), une ataxie cérébelleuse, une dysarthrie, une cécité d'origine corticale, une surdité d'origine centrale et cochléaire (2019) (Clark, 2002).

- **Valeurs limites admises**

Dans la population générale, la concentration de mercure total sanguin doit être inférieure à 10 µg/l, la concentration en mercure inorganique total sanguin inférieure à 5 µg/l et la concentration en mercure inorganique total urinaire doit être inférieure à 3 µg/g de créatinine (Kanerva, 2001).

4. Le mercure dans les produits cosmétiques

Le mercure est présent dans les produits cosmétiques sous deux formes : inorganique et organique. Le mercure sous forme inorganique (par exemple du mercure ammonié) est utilisé dans les savons et les crèmes éclaircissants pour la peau, tandis que des composés organiques du mercure (thiomersal [éthyle mercure] et sels de phénylmercure) servent de conservateurs cosmétiques dans les produits démaquillants pour les yeux et le mascara (OMS, 2011).

4.1 le mercure dans les préparations éclaircissantes

Les savons éclaircissants contiendraient environ 1 à 3 % d'iodure de mercure et les crèmes 1 à 10 % de mercure ammoniacal (Kourouma, 2016). Les produits à très forte teneur en mercure présentent une couleur grise ou crème. La quantité ou la concentration de mercure dans un produit peut être indiquée sur l'emballage ou dans la liste des ingrédients. Les mentions qui signalent la présence de mercure sont : mercure, Hg, iodure de mercure, chlorure mercureux, mercure ammonié, chlorure d'amide de mercure, vif-argent, cinabre (sulfure de mercure), hydrargyri oxydum rubrum (oxyde de mercure), iodure de mercure ou "poison"; celles qui recommandent d'éviter le contact avec l'argent, l'or, le caoutchouc, l'aluminium et les bijoux peuvent aussi indiquer que le produit contient du mercure. Cependant, les entreprises qui vendent des produits contenant du mercure ne citent pas toujours cet élément parmi les ingrédients (Irmina, et al., 2018). Ces produits ne respectent pas toujours le système d'étiquetage, par conséquent, la composition exacte n'est pas connue.

5. Réglementation relative au mercure dans les produits cosmétiques

La distribution de crèmes et de savons contenant du mercure est interdite dans l'Union européenne et dans nombre de pays africains (Irimina, et al., 2018). Une directive européenne spécifie que le mercure et ses composés ne sont pas autorisés comme ingrédients dans les produits cosmétiques (y compris les savons, les lotions, les shampoings et les produits blanchissants pour la peau). Néanmoins, les sels de phénylmercure en tant qu'agents conservateurs dans les produits de maquillage et de démaquillage pour les yeux sont autorisés à des concentrations inférieures ou égales à 0,007 % en poids (OMS, 2011). Au Sénégal, on se réfère à la convention de Minamata.

Tableau 1: Limites du mercure dans les produits cosmétiques autres que ceux destinés à la zone oculaire

Autorité de réglementation	Limites
Union européenne	Interdiction
FAD (Food and Drug Administration USA)	< 1 mg/kg
Santé Canada	≤ 3 mg/kg
FAD (Phillipines)	≤ 1 mg/kg
Nombreux pays africains	Interdiction

- **Convention de Minamata sur les produits cosmétiques éclaircissants**

La Convention de Minamata est le premier accord environnemental mondial négocié au XXI^e siècle. Il est le fruit d'une approche innovante et globale qui considère le mercure et ses effets de bout en bout, depuis son extraction jusqu'à sa gestion en tant que déchet. Elle a pour but de protéger la santé humaine et l'environnement contre les émissions et rejets anthropiques de mercure et de ses composés et prévoit une série de mesures à cette fin (ONU, 2017). Le Sénégal a ratifié la convention en 2016 : 92 pays, dont le Sénégal, ont procédé à la signature de la Convention à cette occasion (le 13 octobre 2013). Loi n° 2016-05 du 06 janvier 2016 autorisant le Président de la République à ratifier la Convention de Minamata sur le mercure, adoptée à Kumamoto (Japon), le 10 octobre 2013 (Journal, 2016).

« L'objectif de la présente Convention est de protéger la santé humaine et l'environnement contre les émissions et rejets anthropiques de mercure et de composés du mercure. La convention de Minamata dans son article 4 stipule que : Chaque Partie fait en sorte, en prenant des mesures appropriées, qu'aucun des produits contenant du mercure ajouté figurant dans la première partie de l'Annexe A ne soit fabriqué, importé ou exporté après la date d'abandon définitif fixée pour ces produits, sauf en cas d'exclusion spécifiée à l'Annexe A ou en vertu d'une dérogation enregistrée pour une Partie conformément à l'article 6 ». Parmi les produits de la première partie de l'Annexe A: « Cosmétiques (à teneur en mercure supérieure à 1 ppm), y compris les savons et crèmes de blanchissement de la peau, mais à l'exclusion des cosmétiques pour la zone oculaire dans lesquels le mercure est utilisé comme agent de conservation pour lequel aucun substitut efficace et sans danger n'est disponible ; date à compter de laquelle la production, l'importation ou l'exportation du produit n'est plus autorisée (date d'abandon définitif) : 2020 ». Toutefois, il est mentionné que : « les cosmétiques, savons et crèmes qui contiennent du mercure sous forme de contaminant à l'état de traces ne sont pas visés » (ONU, 2017).

III. Méthodologie

1. Cadre de l'étude

- **Présentation de Ceres locustox**

Le centre régional de recherche en éco toxicologie et de sécurité environnementale est né du « PROJET LOCUSTOX » financé par le Royaume du Pays-Bas et de l'Etat du Sénégal de 1990 à 2003. Ce projet qui concernait l'étude des effets de la lutte chimique antiacridienne sur l'environnement était sous la tutelle de la FAO. Grace aux bons résultats obtenus durant le projet d'étude, l'Etat du Sénégal fut animé d'une volonté de consolider et de pérenniser les acquis. En 1999, il fut donc décidé par l'Etat du Sénégal de la création de la fondation « CERES-Locustox » reconnue d'utilité publique par décret numéro 99-1297 du 31 décembre 1999. Depuis, cette fondation qui a une grande réputation internationale grâce à son laboratoire de Chimie-Environnementale et qui se trouve au km 15 route de Rufisque est placée sous la tutelle du ministère de l'agriculture et de l'équipement rural. Dans son organisme, il faut noter la présence du conseil des organisations non gouvernemental d'appui au développement (CONGAD) et ENDA-TIERS MONDE comme membre cofondateurs de cette structure reconnue tant sur le plan national que sous régional.

- **Structuration de la Fondation CERES-Locustox**

La structure actuelle de la fondation « CERES-Locustox » se présente comme suit :

- Le conseil de fondation (CF) qui approuve le budget et les orientations scientifiques ;
- Le conseil scientifique, cheville ouvrière du (CF), valide le programme scientifique ;
- L'administrateur général ;
- L'unité qualité et réglementaire ;
- L'unité chimie environnementale avec ses laboratoires d'analyse de résidu de pesticides, de métaux lourds et de formulation ;
- L'unité qualité des eaux et des engrais ;

- L'unité biologie avec ses laboratoires d'entomologie ; de vertébrés et d'hydrobiologie ;
- Le service administratif.

- **Mission de la fondation CERES-Locustox**

Rappelons que cette fondation a été créée pour étudier les effets de la lutte chimique antiacridienne sur l'environnement afin de préserver l'homme et son écosystème des risques liés à cette pratique. Sa mission est donc celle-ci : « assurer des prestations et conseiller sur les aspects scientifiques et techniques de maîtrise/gestion des impacts négatifs des produits chimiques et dérivés dans les limites compatibles avec une bonne sécurité environnementale et sanitaire ». Pour ce faire, elle se charge de :

- Etudier les effets des pesticides sur l'environnement, la santé animal et humaine (approches méthodologiques, monitoring environnemental) ;
- Analyser les résidus de pesticides, métaux lourds, PCB et autres polluants sur les produits agricoles et halieutiques destinés à l'exportation, sur l'eau, le sol et les sédiments ;
- Conseiller les décideurs et les utilisateurs pour un usage rationnel des pesticides ;
- Former les producteurs sur les alternatives à la lutte chimique ;
- Conseiller les distributeurs et les exportateurs pour la promotion de la qualité intrinsèque des produits agricoles ;

Contribuer à la maîtrise des impacts négatifs des produits chimiques par la mise en œuvre de ses outils scientifiques d'investigation en termes de contrôle de la qualité des traitements phytosanitaires et de suivi de leur nocivité éventuelle sur l'environnement et la santé de la population (Locustox, 2019) (Tall, 2019).

2. Description du profil socio démographique

- Type d'étude : étude descriptive transversale
- Cadre de l'étude : marchés, maisons.
- Population : femmes
- Taille de l'échantillon : 11 individus
- Variables étudiées : Age, poids, marque de produits utilisés, fréquence d'utilisation, durée d'utilisation, niveau d'instruction
- Collecte des données (enquêtes)

3. Détermination de la concentration en mercure

3.1 Identification des produits

La sélection des produits a été faite après sondages au niveau de marchands et utilisatrices de produits dépigmentants à Dakar et à Abidjan.



Figure 8: Produits sélectionnés

Tableau 2: Origine des produits utilisés à Dakar

Produits	Pays d'Origine
Caro white	Cote d'Ivoire
Precious perfect	Togo
Salagne	Cote d'Ivoire
Civic cream	Mali
bb clear	Togo
2jours propres	Italie
Nehman	Italie

Tableau 3: Origine des produits sélectionnés en Côte d'Ivoire (Abidjan)

Produits	Pays d'origine
Caroskin	Sénégal /Sivop
Coco Light	-
Carotone	Côte d'Ivoire
Pure skin	Côte d'Ivoire
Dodo	Togo
Bio clair	Côte d'Ivoire
Peau jaune	Cameroun
Caro white	Côte d'Ivoire

3.2 Matériel utilisé pour le dosage

Pour la détermination du mercure dans les produits cosmétiques éclaircissants, nous avons utilisé:

- Des tubes en téflons pour métaux lourds
- Des éprouvettes graduées de 10 et 20 ml
- Des micropipettes
- Un entonnoir en verre
- Une balance de marque Sartorius, de précision 0,1mg
- Des fioles de 50 et 100 ml
- Une pissette d'acide nitrique 0,1 N
- Un Spectromètre d'absorption atomique avec génération de vapeurs froides

Toute la verrerie a été lavée avec des détergents, rincée à l'eau distillée et séchée à l'air ou à l'étuve (70°C) avant utilisation. Si la concentration de l'échantillon est supérieure à la plage des étalons, il a été dilué et ré-analysé. Pour chaque série d'analyse d'échantillons, un blanc d'analyse a été effectué tout au long du processus de préparation et d'analyse des échantillons. Ces blancs sont utiles pour déterminer les contaminations possibles. Un blanc dopé a été effectué pour calculer le taux de recouvrement de la méthode en plus d'un échantillon d'inter comparaison. Ces deux contrôle qualité contribuent à la validation des résultats et concernent chaque série d'analyse.

3.3 Méthode de dosage

La méthode utilisée pour le dosage du mercure dans nos produits est basée sur la norme NF EN 13806,2003 (Dosage du mercure par spectrométrie d'absorption atomique par génération de vapeurs froides après digestion sous pression).

- **La Spectrométrie d’Absorption Atomique (SAA)**

La spectrométrie d’absorption atomique (SAA) est une technique décrite pour la 1ère fois par Walsh (1955). Elle étudie les absorptions de lumière par l'atome libre. C’est une des principales techniques mettant en jeu la spectroscopie atomique dans le domaine UV-visible utilisée en analyse chimique. Elle permet de doser une soixantaine d'éléments chimiques (métaux et non métaux). Les applications sont nombreuses étant donné qu’on atteint couramment des concentrations inférieures au mg/L (ppm).

- **Principe**

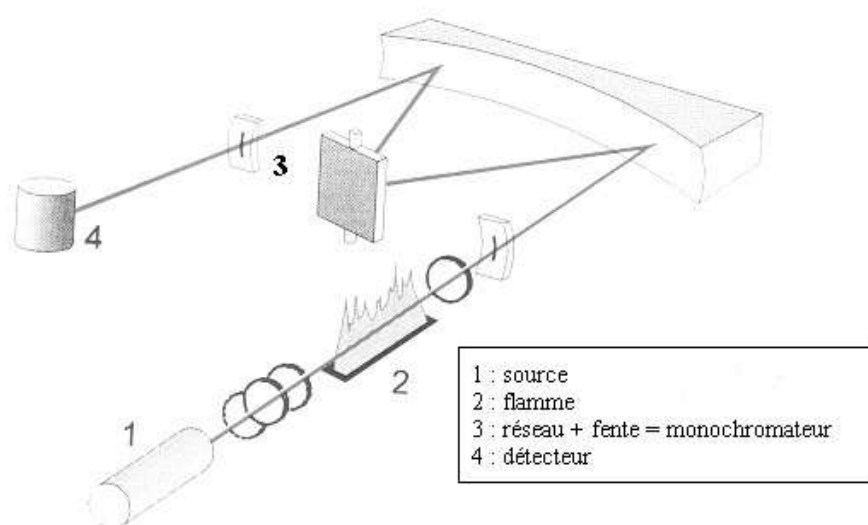
L’absorption atomique de flamme est une méthode qui permet de doser essentiellement les métaux en solution. Cette méthode d’analyse élémentaire impose que la mesure soit faite à partir d’un analyte (élément à doser) transformé à l’état d’atomes libres. L’échantillon est porté à une température de 2000 à 3000 degrés pour que les combinaisons chimiques dans lesquelles les éléments sont engagés soient détruites. La spectrométrie d’absorption atomique est basée sur la théorie de la quantification de l’énergie de l’atome. Celui-ci voit son énergie varier au cours d'un passage d'un de ses électrons d'une orbite électronique à une autre : Généralement seuls les électrons externes de l'atome sont concernés.

Les photons absorbés étant caractéristiques des éléments absorbants, et leur quantité étant proportionnelle au nombre d'atomes d'élément absorbant selon la loi de distribution de Boltzmann, l'absorption permet de mesurer les concentrations des éléments à doser. L’analyse par absorption atomique utilise la loi de Beer- Lambert. S’il y a plusieurs éléments à doser, on réalise cette manipulation pour chaque élément de l’échantillon en se plaçant à

une longueur d'onde fixée. Il faut donc à chaque manipulation choisir une source adaptée pour éclairer l'élément que l'on cherche à exciter.

- **Instrumentation de base**

Le dispositif expérimental utilisé en absorption atomique se compose d'une source, la lampe à cathode creuse, d'un brûleur et un nébuliseur, d'un monochromateur et d'un détecteur relié à un amplificateur et un dispositif d'acquisition.



Spectrophotomètre d'absorption atomique

Figure 9: Croquis du spectrophotomètre d'absorption atomique (Himri, 2012)

- **Avantages et inconvénients**

Avantages : haute sensibilité, grande spécificité, rapidité, faible quantité de substance nécessaire (1 mL de la solution peut suffire) et facilité de préparation des solutions étalons.

Inconvénients : nécessité d'utiliser pour chaque élément à doser une source caractéristique, technique d'analyse destructrice, domaine d'application limité presque exclusivement aux métaux (Hg, Cu, Zn, Pb, Cr, Fe, Cd, etc....), nécessité d'avoir des concentrations assez faibles (Um5a, 2019).

- **La Spectrométrie d’Absorption Atomique par génération de vapeurs froides**

Elle est utilisée pour l’analyse du mercure. Il s’agit d’une réaction de réduction qui conduit à Hg^0 stable à la température ordinaire. Il n'est donc pas nécessaire de chauffer, d'où le nom de "vapeur froide ». C’est une mise en œuvre relativement simple, dédiée à l'analyse du mercure.

La réaction se fait sur le mercure mercurique Hg(II) : $\text{Hg}^{2+} + \text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Hg}^0 + \text{Sn}^{4+}$

Une étape de minéralisation des échantillons est nécessaire pour dissocier le mercure lié aux complexes organiques et convertir toutes les formes mercurielles en mercure. (INSA, 2019)

L’échantillon minéralisé, est aspiré et mélangé avec du chlorure stanneux dans un séparateur gaz-liquide. Les vapeurs froides de mercure générées sont quantifiées par le détecteur (Himri, 2012).



Figure 10: Dispositif SAA à vapeur froide

La concentration en mercure des échantillons a été calculée selon la formule suivante :

$$\text{Concentration réelle} = \frac{\text{Concentration lue} \times \text{Volume de Récupération} \times \text{Dilution}}{\text{P.E} \times \text{Facteur}}$$

Où :

Volume de récupération = 50ml (fiolle)

Dilution = 1

P.E = Poids en grammes de la prise d’essai

Facteur = 1

3.4 Dosage du mercure dans les produits sélectionnés

Pesée

A partir des laits et crèmes homogènes achetés, 0,2g de produit sont prélevés dans des tubes en téflon à l'aide d'une balance de marque Sartorius, de précision 0,1mg et de capacité maximale 320g. A chaque produit sera affecté un code de 1 à 8.



Figure 11: Pesée d'un échantillon de crème éclaircissante

Minéralisation

La minéralisation est faite par voie humide et consiste à d'abord rajouter à l'échantillon 15mL d'acide nitrique concentré, 10 mL d'acide chlorhydrique 37%, 0,5mL d'acide perchlorique.



Figure 12: Ajout d'acides dans les échantillons

Le but de la minéralisation est détruire la matière organique afin de doser la matière minérale.

Au niveau du tube collecteur, 6mL d'acide nitrique dilué (1%) sont ajoutés (**figure 17**).



Figure 13: Ajout d'acide nitrique au niveau du tube collecteur

Au total, nous aurons onze (11) tubes, soient :

- Huit (8) échantillons (5 laits ,3 crèmes).
- Un (1) échantillon dopé auquel on aura ajouté 0,10 ml de mercure 10ppm en plus des acides (concentration =20ppb).
- Un blanc ne contenant que les acides.
- Un échantillon d'inter comparaison dont la concentration en mercure est connue.

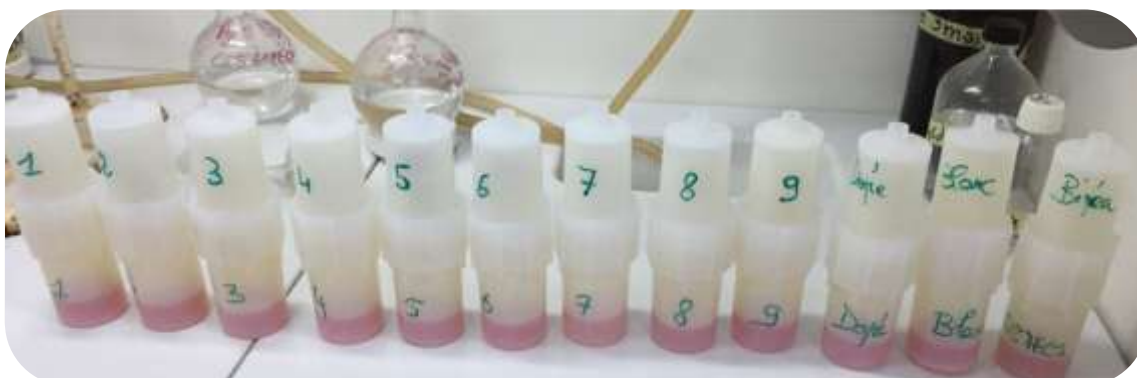


Figure 14: Echantillons après ajout d'acides

Les échantillons sont laissés reposer sous hôte pendant toute une nuit pour accentuer la digestion de la matière organique (**figure 14**). Ils sont par la suite chauffés à ébullition dans un système fermé où les températures vont varier de 120 à 200 °C durant trois (3) heures (**figure 15**).



Figure 15:Minéralisation des échantillons sous hôte

Récupération

Les tubes minéralisés seront débarrassés de leur contenu puis minutieusement lavés à l'acide nitrique dilué (0,1N) en vue de recueillir tout le mercure inorganique dans des fioles de 50 ml.



Figure 16:Récupération du contenu des tubes après minéralisation

Les différentes parties des tubes pour métaux lourds sont rincés à l'acide nitrique (0,1N) pour récupérer tout résidu de la minéralisation restant.

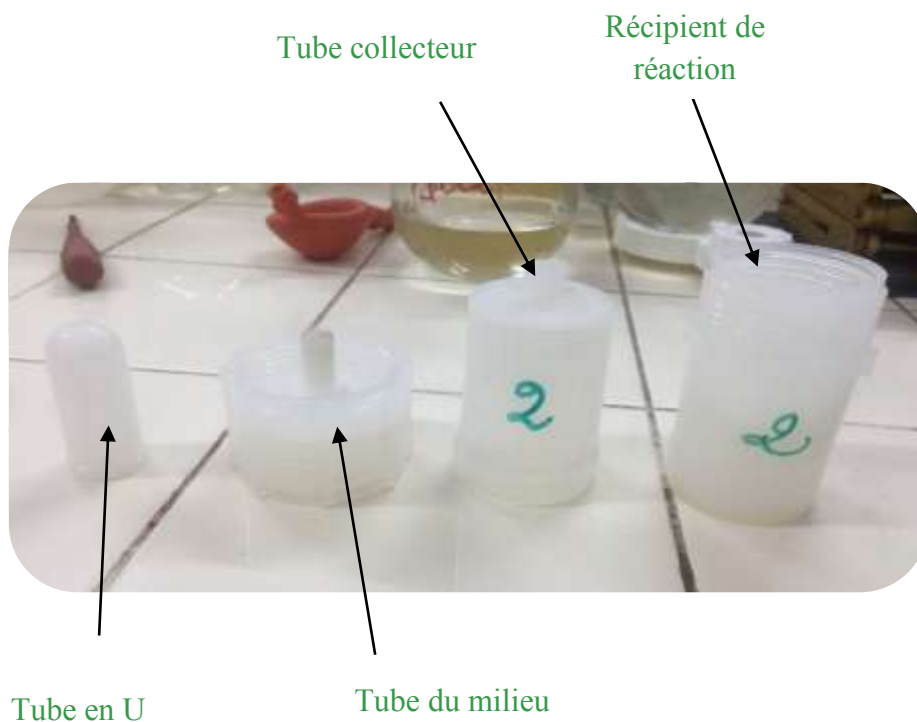


Figure 17:Composants de tubes pour métaux lourds

Préparation des étalons

Une solution de 10 ppm à partir d'une solution mère de 1000 ppm est d'abord préparée. Des étalons de mercure de 5,10,20,40 ppb sont par la suite préparés à partir de 10 ppm pour un volume final de 100ml (fioles de 100ml).



Figure 18:Matériel de préparation d'étalons

Tableau 4: Volumes de préparation des étalons

Volumes de la solution de 10 mg /L (ppm) à prélever (µL)	Concentration finale de l'étalon en µg /L (ppb)
50	5
100	10
200	20
400	40

Préparation du réducteur (SnCl_2)

On pèse 62,5g de chlorure stanneux (SnCl_2) auquel on ajoute 85ml d'acide chlorhydrique concentré. Le mélange est chauffé jusqu'à son homogénéisation. On laisse refroidir puis on transvase dans une fiole de 250ml qui est ajustée avec de l'eau distillée.

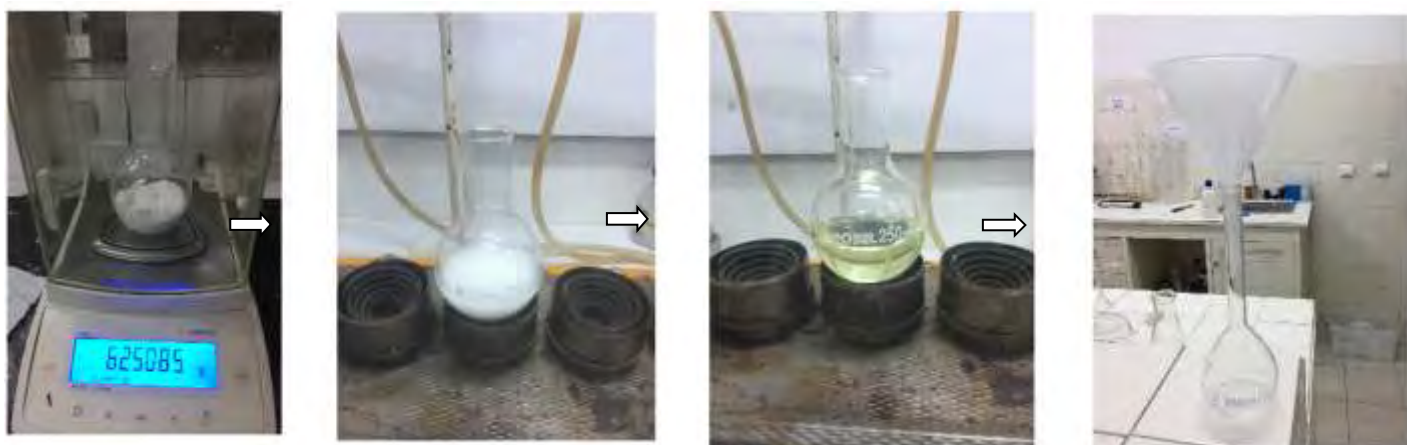


Figure 19: Etapes de préparation de la solution de SnCl_2

Lecture par SAA module vapeurs froides

L'échantillon minéralisé, est aspiré et mélangé avec du chlorure stanneux dans le réacteur (1). Par la suite, les ions Hg^{2+} sont réduits en mercure élémentaire Hg^0 par le chlorure stanneux (SnCl_2) puis entraîné par un gaz vecteur, ici, l'argon dans la cellule du spectromètre d'absorption atomique (2). L'absorption est faite à 253,7nm et est proportionnelle à la concentration du mercure (NFEN13806, 2003). Le spectre et les valeurs sont lus à travers un logiciel d'utilisation.



1-réacteur /mélangeur



2-Cellule
d'analyse

Figure 20:Dispositif d'analyse du mercure par SAA module vapeur froide

4. Description de l'état de santé des utilisatrices de produits dépigmentants

Pour la description de l'état de santé des utilisatrices de produits dépigmentants, nous nous sommes entretenus avec deux (2) dermatologues pour connaître l'ampleur du phénomène à Dakar et les affections pour lesquelles les femmes qui se dépigmentent viennent consulter. Une dose d'exposition journalière a été estimée par la suite. Elle a été calculée selon la formule suivante :

$$\text{Dose d'exposition journalière} = \frac{\text{Conc} \times 0,00782 \times 0,001 \times 2}{62}$$

Où :

Dose d'exposition journalière = Estimation la dose de mercure à laquelle les femmes sont exposées en (**µg de mercure/kg de poids corporel/jour**)

Conc = Concentration en mercure retrouvée dans les crèmes en (**µg /kg**)

0,00782= Quantité de lait de corps estimée être utilisée par une personne moyenne par application en **kg** (7,82g) (SCCS, 2016)

0,001= Fraction de mercure absorbée par voie cutanée (Yobin, et al., 2017)

2= nombre d'application par jour de crème cosmétique en moyenne de notre étude (**application /jour**)

62 = Poids corporel moyen d'une femme utilisant des produits dépigmentants pour notre étude (**kg**)

IV. Résultats et discussion

4.1 Données socio démographiques

Nous avons recueilli des informations au niveau de 11 femmes sénégalaises pratiquant la dépigmentation. Les données à l'issue de l'enquête sont présentées dans les graphiques ci-dessous : Pour la figure 21, nous avons représenté les femmes qui utilisent les crèmes 1fois par jour en bleu et 2fois par jour en orangé (moyenne en vert):

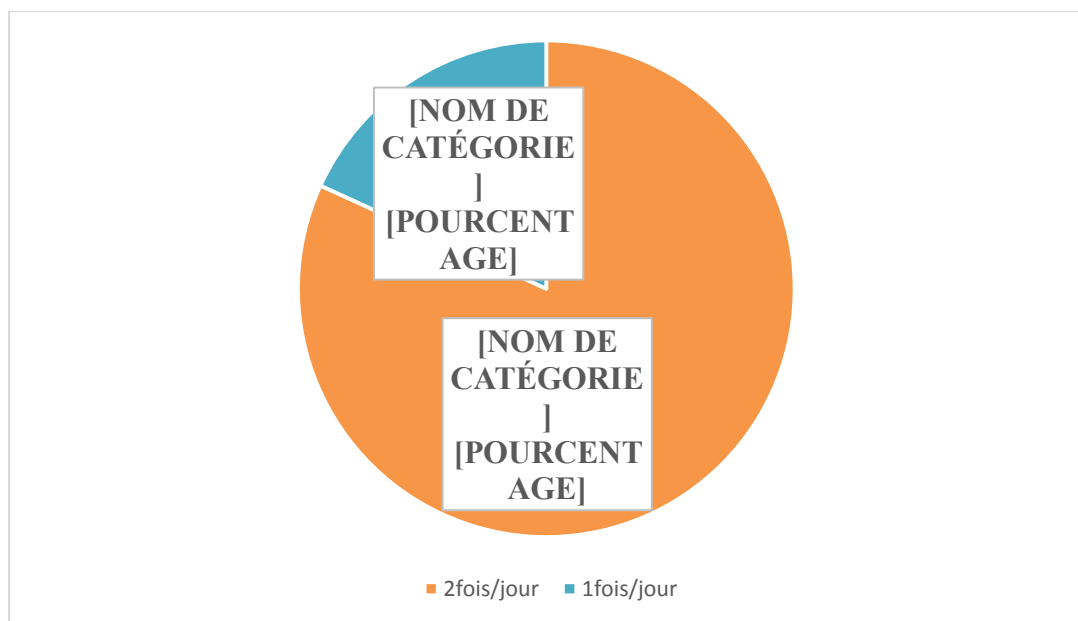


Figure 21: Répartition des utilisatrices suivant la fréquence d'application des produits éclaircissants

La figure 22 représente les femmes questionnées reparties suivant leur niveau d'instruction :

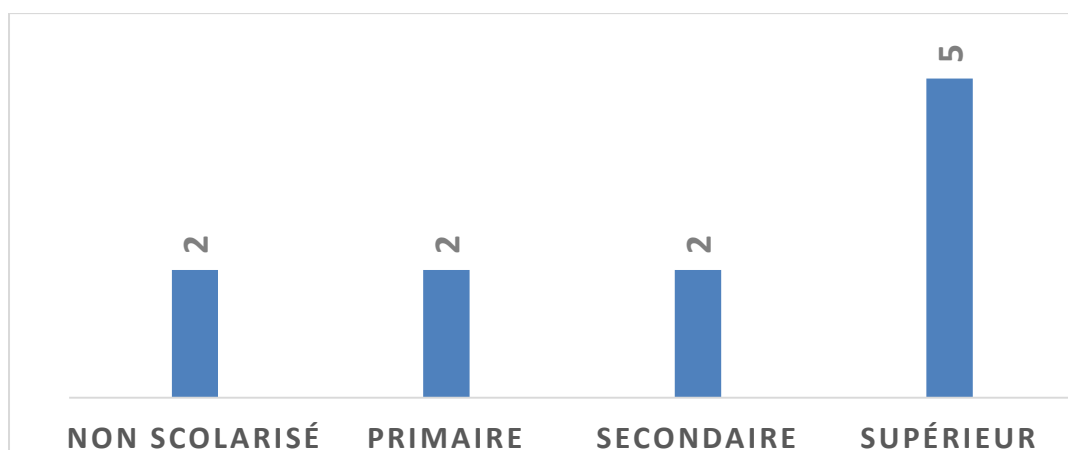


Figure 22: Répartition des utilisatrices suivant le niveau d'instruction

Les figures 23,24 et 25 sont des représentations graphiques d'utilisatrices de produits dépigmentants suivant la durée d'utilisation, leur poids et leur âge ; la moyenne est représentée en vert.

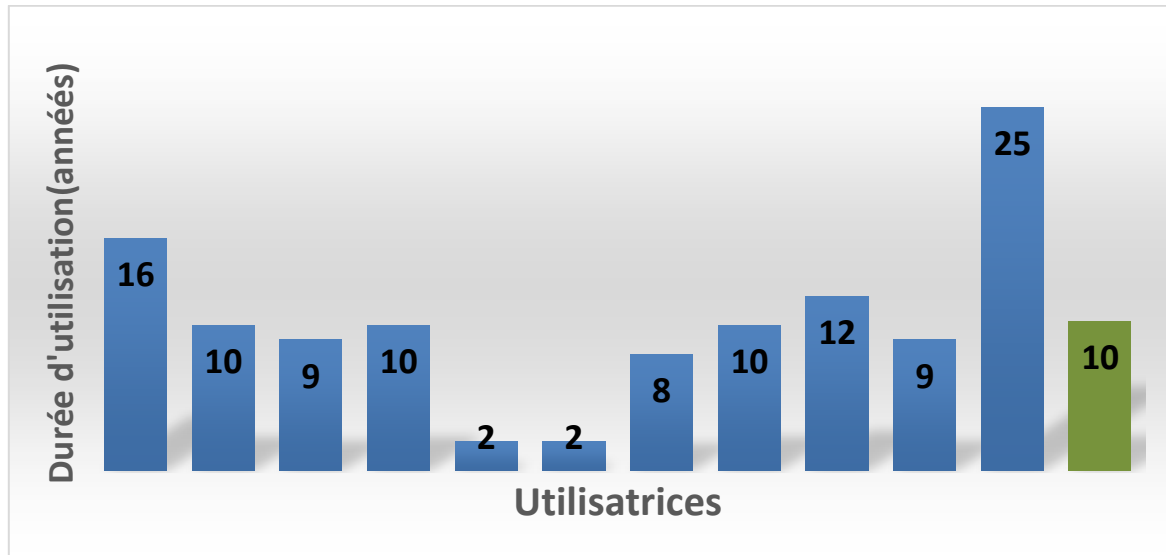


Figure 23:Répartition des utilisatrices suivant la durée d'utilisation de produits dépigmentants

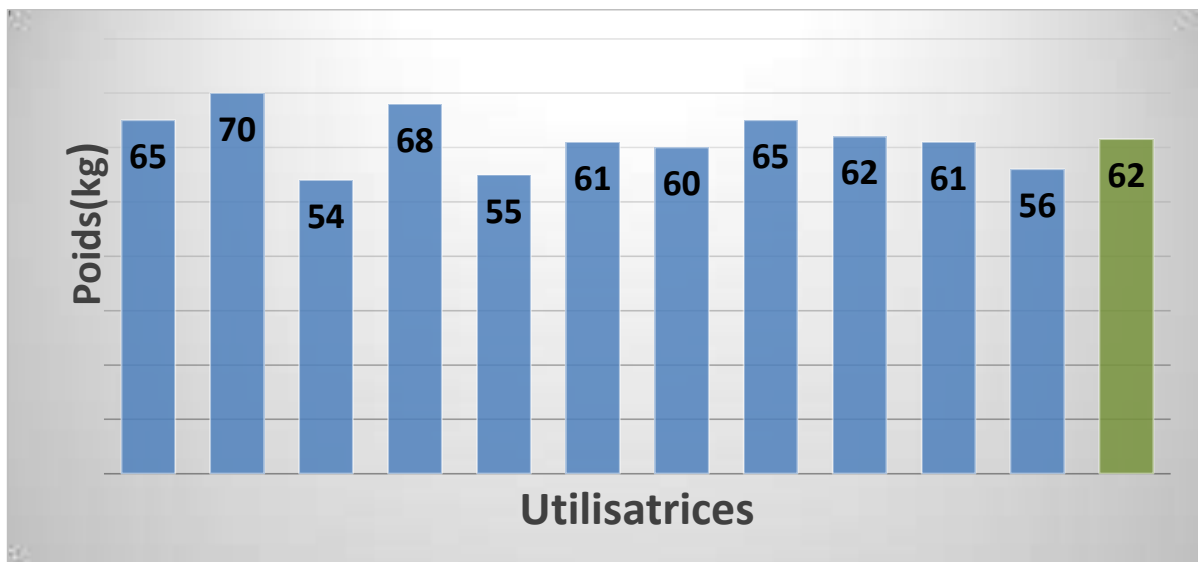


Figure 24:Répartition des utilisatrices de produits dépigmentants suivant le poids

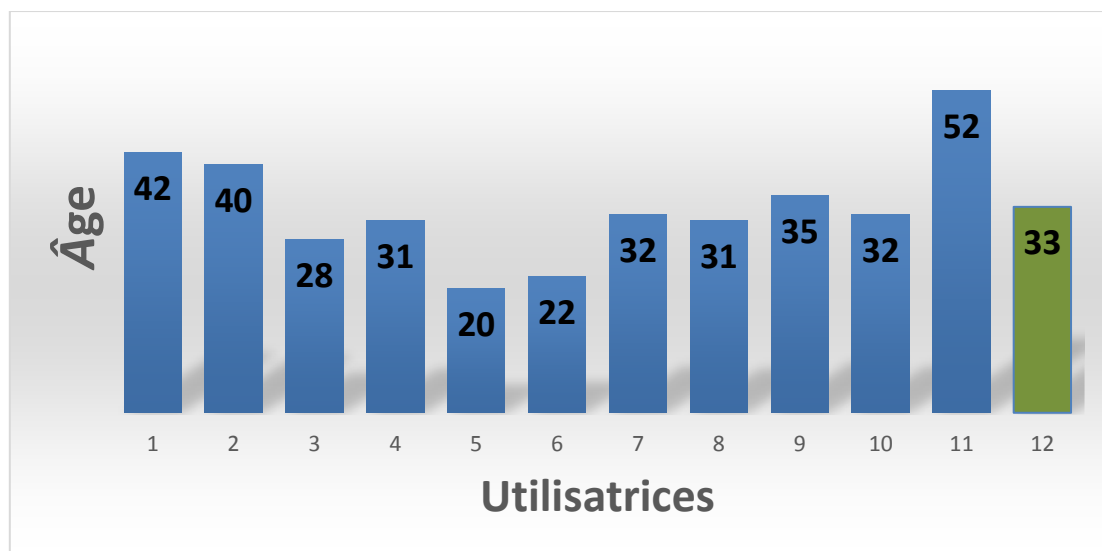


Figure 25: Répartition des utilisatrices de produits dépigmentants suivant l'âge

4.2 Concentration en mercure dans les produits éclaircissants et estimation de la dose d'exposition journalière

Tableau 5: Concentration en mercure de laits et crèmes cosmétiques analysées (marchés de Dakar) et doses d'exposition journalière

Echantillons	Concentration en mercure ($\mu\text{g} / \text{kg}$)	Dose d'exposition journalière ($\mu\text{g} / \text{kg}$ de p.c. /jour)
Lait caro white	245	$6,18.10^{-5}$
Lait precious perfect	65	$1,63.10^{-5}$
Lait salagne	385	$9,71.10^{-5}$
Lait civic cream	572	$1,44.10^{-5}$
Lait bb clear	187	$4,71.10^{-5}$
Crème civic	282	$7,11.10^{-5}$
Crème 2jours propre	< LOD	
Crème nehman	100	$2,52.10^{-5}$
Moyenne	230	$4,16.10^{-5}$

LOD = limit of detection (limite de detection) = 0,005 ppm (mg/kg)

La détermination de la concentration en mercure de laits de corps cosmétiques issus du marché ivoirien (Abidjan) a donné les résultats suivants (**tableau 6**) :

Tableau 6:Concentration en mercure de laits cosmétiques analysés (marchés d’Abidjan)

Laits de corps	Concentration en mercure (µg /kg)
Charms carot	532,50
Caroskin	625,00
Coco Light	727,50
Carotone	762,50
Pure skin	90,00
Dodo	117,50
Bio clair	252,50
Peau jaune	337,50
Caro white	502,5

4.3 Etat de santé des femmes utilisatrices de produits dépigmentants

L'entretien avec des dermatologues nous a permis d'obtenir des informations sur la pratique de la dépigmentation (tableau 7).

Tableau 7: Entretiens avec des dermatologues

<i>Recevez-vous des patient(e)s qui se dépigmentent</i>	<i>OUI</i>	<i>OUI</i>
<i>A quelle proportion si vous devez l'estimez ?</i>	1 femme sur 2	+ de 50% de nos patients
<i>Quelles affections courantes présentent-elles ?</i>	-Brûlures -Vergetures -Irritations -Infections bactériennes	-Brûlures -Vergetures -Irritations -Plaques -Infections bactériennes
<i>Les pires complications ?</i>	-Cancer - Infections avec besoin d'interventions chirurgicales	-Amputations -Eléphantiasis -Cancer de la peau -Avortements -Isolement social
<i>Est-ce que vous recevez des patient(e)s avec des complications néphrologiques</i>	L'évaluation de la fonction rénale ne se fait pas systématiquement. En général, elle se fait lorsqu'il y'a hypertension ou des signes d'insuffisance rénale	C'est après consultation de spécialistes que d'autres affections comme l'insuffisance rénale ou l'hypertension sont découvertes

4.4 Discussion

Nos enquêtes **figures (21, 22, 23, 24, 25)** réconfortent la thèse selon laquelle des données épidémiologiques sont plus facilement trouvées par biais hospitalier (Mahé, et al., 2004). En effet, les femmes sont réticentes aux questions relatives à leur dépigmentation, elles disent „unifier,“ leur teint et non se dépigmenter ; par conséquent peu de femmes ont voulu répondre de manière sérieuse à nos questions. A l’issue de ces interrogations, Il peut être dressé un profil type de la femme sénégalaise qui se dépigmente : c’est la femme dakaroise âgée entre 20 et 40 ans, mariée, le plus souvent instruite ou faisant état d’une fréquentation

Les analyses effectuées (**tableau 5**) sur les produits sélectionnés à partir des marchés de Dakar montrent la présence de mercure dans toutes les crèmes et laits de corps analysés exceptés la crème (2jours propre). Par conséquent, ces produits ne sont pas conformes à la réglementation européenne. Les produits du marché ivoirien analysés (**tableau 6**) donnent des valeurs approximatives aux produits du marché sénégalais (**tableau 5**). Ces produits du marché ivoirien sont les mêmes que ceux retrouvés au Sénégal. Le lait de corps, „caro white „provenant de la Côte d’Ivoire n’a pas la même concentration en mercure que celui retrouvé au Sénégal. La concentration en mercure varierait selon le lot de production. Il faut également noter que les crèmes les plus utilisées par les femmes ne proviennent pas de l’industrie cosmétique sénégalaise (**tableau 2**).

Les concentrations allant de non détectable à 572 ppb ($\mu\text{g /kg}$) ne sont pas significantes du point de vue d’une intoxication aiguë. Des études ont montré qu’une exposition précoce au mercure ne présentait généralement aucun symptôme clinique (Saleh, et al., 2009). En outre pour une crème utilisée uniquement sur le visage, avec une concentration en mercure inférieure à 1ppm, la probabilité de développer une maladie chronique n’était pas significative (Yobin, et al., 2017).

Par contre, l'utilisation de crèmes pour tout le corps augmentait considérablement le taux d'absorption du mercure. L'examen de biopsies de peau, 2 à 96 heures après l'application cutanée d'une solution de 0,1 % de chlorure de mercure a montré que le mercure inorganique pouvait être absorbé par voie cutanée mais le taux d'absorption du mercure n'a pas été mesuré, (INERIS, 2010). Selon l'étude de (Chan, 2011), l'absorption cutanée du mercure inorganique peut se produire via le trans-épidermique (transport de mercure à travers l'épiderme) et le trans-appendiculaire (transport de mercure à travers la peau via les glandes sudoripares, les glandes sébacées et les follicules pileux). Le mercure traverse effectivement la barrière cutanée, une dose d'exposition a été donc calculée à cet effet.

Si un taux d'absorption cutanée de 0,1% est considéré, en moyenne $4,16.10^{-5}$ µg de mercure/kg de poids corporel/jour est absorbé (tableau 5). Il faut noter que les femmes interrogées avouent rajouter à leur lait de corps 3 à 4 crèmes éclaircissantes en plus du savon, et parfois une lotion pour, disent – elles avoir une „gamme complète“. La dose de mercure peut être alors multipliée par le nombre de produits utilisés si l'on prend en compte le fait que les crèmes ont pratiquement la même concentration en mercure.

Pour être qualitativement appréciable, cette dose devrait être comparée à la dose de référence du mercure par voie cutanée pour calculer le niveau de danger. Malheureusement, cette dernière n'a pas pu être trouvée. Dans une étude de (Yobin, et al., 2017), la dose de référence par voie orale a été utilisée par manque de données sur la dose de référence par voie cutanée . Il existe peu d'informations disponibles pour faire une évaluation des risques liés au mercure par absorption cutanée (Yobin, et al., 2017). Nos résultats sont alors corrélés à la survenue de pathologies suite à l'utilisation de crèmes contenant du mercure par des femmes pratiquant la dépigmentation.

Parmi les onze (11) femmes interrogées dans notre étude, cinq (5) sont mamans, quatre (4) d'entre elles déclarent avoir eu des bébés de faible poids à la naissance ; cette remarque a aussi été faite à l'hôpital Principal de Dakar dans une enquête de prévalence de la dépigmentation (Raynaud, et al., 2001). Le mercure étant foetotoxique, pourrait avoir un lien avec ce phénomène d'autant plus que les réactions allergiques, le diabète et l'hypertension artérielle sont surtout liés à l'hydroquinone et aux dermocorticoïdes. En Nairobi, l'utilisation de crèmes éclaircissantes contenant du mercure a été particulièrement associée à une lésion glomérulaire rénale chez la moitié des patients (Barr, 2017). En Afrique du Sud, quarante-huit (48) femmes ont développé un syndrome néphrotique et une glomérulonéphrite proliférative chronique huit (8) ans après l'utilisation de crèmes cosmétiques contenant 7,1% de mercure ammoniacal (Chan, 2011). La concentration en mercure est plus élevée que celle retrouvée dans notre étude. Mais la durée moyenne d'exposition reste plus grande (20 ans). Les dermatologues interrogées (tableau 7) renseignent sur l'ampleur sanitaire du phénomène. Plus de la moitié des patientes consultées en dermatologie se dépigmentent et se retrouvent avec des complications suite à l'utilisation des produits éclaircissants. Les affections vont de l'irritation au cancer de la peau en passant par les infections bactériennes. Elles nous ont fait savoir que l'hypertension, le diabète et les maladies rénales font suite aux complications dermatologiques et ne sont pas systématiquement recherchés. Une étude réalisée en Arabie Saoudite sur cent treize (113) souris a également montré qu'il existait un risque élevé d'accumulation de mercure dans les ovaires des femmes utilisant ces crèmes, pouvant créer des problèmes de fertilité (Saleh, et al., 2009).

Les crèmes éclaircissantes sont appliquées en moyenne deux (2) fois par jour sur une longue période (vingt (20) ans ou plus), ce qui entraîne une accumulation progressive du mercure même si la concentration est faible, tel est le cas dans notre étude. Lorsqu'on sait que le mercure contenu dans ces produits passe dans le sang et affecte principalement le rein (Chan,

2011), il y'a un risque d'intoxication chronique; une femme qui s'éclaircit la peau s'expose non seulement par voie cutanée mais aussi orale. L'ingestion peut se produire après une application topique autour de la bouche et un contact de main à bouche. En outre, la femme sénégalaise remplit diverses fonctions dans un ménage, elle expose alors sa famille à ces substances chimiques (cuisine, cohabitation). Son fœtus peut être lui aussi en danger car le mercure passe la barrière hémato placentaire et la barrière hémato encéphalique pouvant causer à l'enfant un retard mental une augmentation des malformations congénitales. En cas d'allaitement, l'enfant est exposé par voie orale au mercure à travers le contact avec le sein de sa mère (INERIS, 2010). Un cas d'intoxication chez un enfant de trois (3) mois dont la mère avait utilisé de tels produits pendant la grossesse et l'allaitement a également été rapporté (Lauwerys, 1987).

Outre les effets sanitaires provoqués par cette pratique, l'utilisation de ces produits constitue une source supplémentaire de mercure dans la mesure où ces millions de femmes qui se dépigmentent, participent aussi aux rejets d'eaux usées résidentielles (toilette corporelle, selles et urines).

Conclusion

Au regard des données recueillies, la pratique de la Dépigmentation Cosmétique Volontaire semble concerner des catégories socio professionnelles très diverses. La pratique étant une importante source de revenus pour l'Etat et les actionnaires du milieu n'est pas en voie d'interdiction. La plus grande fréquence de la pratique chez les femmes ayant été scolarisées a déjà été notifiée par des études (Mahé, et al., 2004). Les conséquences sanitaires de cette pratique apparaissent non négligeables ; les complications dermatologiques sont plus documentées.

Notre étude nous a permis de déceler du mercure dans la majorité des produits cosmétiques analysés. Nous notons la faible concentration en mercure de ces laits de corps et crèmes comparés aux produits dépigmentants essentiellement à base de mercure (1 à 10%). En effet, nos résultats ont montré des niveaux de mercure de l'ordre du non détectable à 572 µg /kg. Cependant, vu le caractère bio accumulatif du mercure et la longue période d'utilisation des produits dépigmentants au Sénégal, ces produits peuvent être à l'origine d'une intoxication chronique. Le taux d'absorption du mercure par voie cutanée relativement faible est à noter. La dose d'exposition journalière renseigne sur le niveau d'exposition des femmes. Cependant, elle comporte des limites car elle devrait prendre en compte le facteur d'adhérence du mercure dans la crème. Celui-ci n'est déterminé que pour la peau du visage (USEPA, 2004) alors que notre étude concerne toute la surface corporelle disponible pour un lait de corps.

L'utilisation des crèmes contenant du mercure peut entraîner une toxicité cutanée (affections dermatologiques) et systémique allant de l'atteinte rénale, gastro-intestinale aux dysfonctionnements du système nerveux. La concentration la plus élevée de mercure inorganique se trouve dans le rein, qui est un organe cible majeur du mercure

inorganique. L'estimation de la concentration de mercure dans l'urine des femmes qui se dépigmentent pourrait être un bon biomarqueur d'exposition à long terme et également un indicateur de la charge corporelle. Il serait intéressant de suivre des femmes utilisant ces produits et prêtes à coopérer avec les services médicaux pour établir une corrélation entre la présence du mercure dans les produits dépigmentants et les pathologies liées à la dose de mercure absorbée. Puisque l'éradication de cette pratique paraît impossible. Une meilleure communication auprès des femmes et de leur compagnon appuyée par des preuves scientifiques pourrait aider à une régression de la pratique. La femme noire doit être consciente du fait qu'en détruisant sa mélanine, elle expose sa santé ainsi que celle de son entourage.

Références

afssaps agence française de sécurité sanitaire des produits de santé - évaluation des risques liés à la dépigmentation volontaire. - 2011.

AIIDA Association Internationale d'Information sur la Dépigmentation Artificielle <https://www.senepius.com/article/au-grand-bonheur-des-industries-cosm%C3%A9tiques> [En ligne]. - 10 07 2019.

BA A., panel sur le thème „Quelles solutions pour une politique nationale de prévention des complications de la dépigmentation cosmétique volontaire (Dcv)““. [Compte rendu d'audience]. - 2019.

Barr R., Nephrotic syndrome in adult Africans in Nairobi, The British Medical Journal Vol. 2, No. 5806 , pp. 131-134. - 1972.

Chan T., Inorganic Mercury Poisoning Associated With Skin - Lightening Cosmetic Products. - 2011.

Check africa, le-taux-de-depigmentation-au-senegal-nest-pas-entre-62-et-72/ éclaircissement du Pr Fatoumata LY [Interview]. - Dakar : <https://fr.africacheck.org/reports/>, 2019.

CICA International Chemical Assessment .Elementary mercury and inorganic mercury compounds: human health aspects.. - Genève : [s.n.], 2003.

Clarkson TW., The three modern faces of mercury. Environ Health Perspect. 2002 Feb;110 Suppl 1(Suppl 1):11-23. doi: 10.1289/ehp.02110s111. PMID: 11834460; PMCID: PMC1241144.

DGID.,DirectionGénéraledesImpotsetDomaines<http://www.impotsetdomaines.gouv.sn/sites/default/files/documentations/circulairen002034mef-dgid-dlec-leg2du4mars2013applicationtaxesurproduitscosmetiques.pdf>. - 2013.

france24,Haro sur la publicité des produits de dépigmentation au Sénégal. - 2020.

Giudice P., Raynaud E. et Mahé A., L'utilisation cosmétique de produits dépigmentants. - 2003.

Haufroid V. et Lison D., Toxicologie industrielle et intoxication professionnelle. Paris : Elsevier Masson. - 2007.

EL Himri M. et EL Himri A., evaluation analytiques pour le dosage du mercure dans l'eau, Annales de Toxicologie Analytique ; EDP Sciences : 153-158 M. [Ouvrage]. - 2012.

IARC Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–125. - 1993.

INERIS Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques MERCURE ET SES DÉRIVÉS. - 2010.

INERIS Mercure et composés minéraux Fiche de données toxicologiques. - 2014.

INSA <https://moodle.insa-rouen.fr/mod/resource/view.php?id=293> analyse du mercure : "AA en vapeur froide" // Analyse des métaux lourds cours. - 2019.

Irmina M. et Bian L. Skin lightening products' violations in Europe: An analysis of the rapid alert system for dangerous non-food products 2005-2018. [Article]. - 2018.

Jadoulle N. le business des crèmes éclaircissantes <https://www.moustique.be/21936/le-business-des-cremes-eclaircissantes>. - 2018.

Journal Officiel journal officiel de la répubilque http://www.jo.gouv.sn/spip.php?page=imprimer&id_article=10703. - 2016.

Kanerva L., Occupational allergic contact dermatitis from mercury.. - 2001.

Kourouma S., dépigmentation cutanée cosmétique des femmes noires: résultats d'une enquête CAP à Abidjan (Côte d'Ivoire) www.ncbi.nlm.nih.com [Revue]. - 2016.

Lauwerys R., Prenatal and Early Postnatal Intoxication by Inorganic Mercury Resulting from the Maternal Use of Mercury Containing Soap. - 1987.

Locustox Presentation de Ceres Presentation de Ceres Locustox sur www.cereslocustox.sn. - 30 Aout 2019.

LY F., "La dépigmentation a détruit ma peau"***La Vie S03 EP10 interview du Pr Fatimata Ly par Lala Sy [Interview]. - 2019.

LY F., Kane A. et Dème A., Premiers cas de carcinomes épidermoïdes sur terrain de dépigmentation artificielle. - 2010.

Mahé A. et Ly F., La dépigmentation cosmétique à Dakar (Sénégal) : facteurs socioéconomiques et motivations individuelles Sci Soc Santé . [Google Scholar]. - Dakar : [s.n.], 2004.

Migan N., Étude des agents dépigmentants et de leur utilisation détournée dans la dépigmentation volontaire. Sciences pharmaceutiques. 2013. f. - 2013.

Morand J et coll., Complications de la dépigmentation cosmétique en afrique. - 2008.

Mukendi R., onlinemémoire,La publicité des produits de beauté avec hydroquinone:une analyse sémiologique. par REBECCA NTUMBA MUKENDI <https://www.memoireonline.com/11/17/10195/La-publicite-des-produits-de-beaute-avec-hydroquinoneune-analyse-semiologique..> - 2016.

NFEN13806 (Dosage du mercure par spectrométrie d'absorption atomique par génération de vapeurs froides après digestion sous pression). - 2003.

OMS le mercure dans les produits éclaircissants pour la peau https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/mercury_flyer_fr.pdf .. - 2011.

ONU Environnement CONVENTION DE MINAMATA SUR LE MERCURE textes et annexes
<http://www.mercuryconvention.org/Portals/11/documents/Booklets/COP1%20version/Minamata-Convention-booklet-fr-full.pdf>. - 2017.

Passeron T., Ballotti R., Ortonne J., Mélanogenèse, EMC - Dermatologie- Cosmétologie, Volume 2, Issue 4, 2005, p 204-216, ISSN 1762-5696, <https://doi.org/10.1016/j.emcdc.2005.10.001>. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1762569605000181>)

PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement) - Substances chimiques. Evaluation mondiale du mercure. Genève, Suisse 2002.. - 2002.

PolycliniqueDakar // Collection du service de Dermatologie de l'hôpital Polyclinique de Dakar (institut d'hygiène social).

Raynaud E., Cellier C. et Perret J. Dépigmentation cutanée à visée cosmétique: enquête de prévalence et des effets. - 2001.

Saleh A., Shinwari N. et Al-Amodi M., Accumulation of mercury in ovaries of mice after the application of skin-lightening creams, 2009.. - 2009.

SCCS Scientific Committee on Consumer Safety :NOTES OF GUIDANCE FOR THE TESTING OF COSMETIC INGREDIENTS AND THEIR SAFETY EVALUATION. - 2016.

Sylla R., Diouf A., Niane B., Ndiaye B., Guisse MB., Diop A., Ciss M., Ba D., Pratique de la dépigmentation artificielle de la peau chez les femmes à Dakar et étude analytique des produits dits cosmétiques utilisés [Artificial depigmentation practice of the skin in women of Dakar and analytical study of the cosmetic products used]. Dakar Med. 1994;39(2):223-6. French. PMID: 8654183.

Tall A., Analyse de résidus de pesticides dans les légumes/ céréales locustox. [Rapport]. - Dakar : [s.n.], 2019.

Teclessou J., Akakpo S. et Pitche V., Épidémiologie de la dépigmentation cosmétique volontaire en Afrique sub-saharienne. - 2018.

Um5a /Filière SMC/S4/Module 14/E2:Techniques Spectroscopiques/Chapitre I/A. ELHAJJI. - 11 Novembre 2019.

USEPA Évaluation de l'exposition cutanée du sol Manuel d'orientation technique de la région 3, Évaluation des risques <https://www.epa.gov/risk/assessing-dermal-exposure-soil>. - 2017.

USEPA Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment). - 2004.

Villarama C. et Maibach H., Glutathion as a depigmentant agent : an overview-
International_Journal_of_Cosmetic_Science. - 2005.

Wang L. et Zang H., Mercury content in marketed cosmetics: analytical survey in Shijiazhuang, China.. - 2015.

Wone I., Tal-Dia A., Diallo OF., Badiane M., Touré K., Diallo I.,Prévalence de l'utilisation de produits cosmétiques dépigmentants dans deux quartiers à Dakar (Sénégal) [Prévalence de l'utilisation de produits cosmétiques décolorants pour la peau dans deux zones en Dakar, Sénégal)]. *Dakar Med.* 2000; 45 (2): 154-7. Français. PMID: 15779174.

www.france24.com/fr/afrique/ journal Afrique du 05/11/19 [En ligne]. - 11 Novembre 2019.

Ho YB., Abdullah NH., Hamsan H., Tan ESS., Mercury contamination in facial skin lightening creams and its health risks to user. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2017 Aug;88:72-76. doi: 10.1016/j.yrtph.2017.05.018. Epub 2017 May 26. PMID: 28554823.

Zeitoun H., Michael-Jubeli R., El Khoury R., Baillet-Guffroy A., Tfayli A., Salameh D., Lteif R., Skin lightening effect of natural extracts coming from Senegal botanical biodiversity. *Int J Dermatol.* 2020 Feb;59(2):178-183. doi: 10.1111/ijd.14699. Epub 2019 Nov 4. PMID: 31681985.

Résumé :

La dépigmentation cosmétique volontaire est une pratique très répandue au Sénégal. Dans différentes localités, plus de la moitié de la population féminine s'y adonnent. Divers composés sont utilisés pour changer la couleur de la peau notamment l'hydroquinone, les dermocorticoïdes, les injections au glutathion. Outre ces composés, les produits dépigmentant pourraient contenir du mercure ; métal néphrotique, neurotoxique et réprotoxique.

Des enquêtes ont été menées au sein des marchés de Dakar et Abidjan, pour sélectionner des produits et déterminer leur concentration en mercure. Huit produits ont été sélectionnés à Dakar dont cinq (5) laits de corps et trois (3) crèmes. Du mercure a été retrouvé dans tous les produits analysés excepté la crème 2jours propre. Les concentrations variaient de l'ordre du non détectable à 572 µg de mercure /kg de solide. Une dose d'exposition journalière a été calculée à partir des concentrations ; en moyenne $4,16.10^{-5}$ µg de mercure /kg de poids corporel par jour sont absorbés.

Les concentrations retrouvées sont minimales par rapport aux produits essentiellement à base de mercure (7 à 10 %). Toutefois, il est à considérer 2 phénomènes : la manière dont les femmes utilisent les produits et la durée d'utilisation. En effet, les femmes peuvent mélanger 3 à 4 produits pour constituer leur lait de corps journalier en plus du savon et éventuellement une lotion. Si l'on considère que tous ces produits contiennent du mercure à la même concentration que celle retrouvée dans nos produits, les valeurs pourraient être multipliées par quatre ou par cinq. La valeur limite admise (1ppm) sera donc dépassée. La longue période d'utilisation des produits dépigmentants par les femmes fait qu'il y'ait un risque réel d'intoxication chronique vu le caractère bio accumulatif du mercure. Une exposition du fœtus est à prendre en compte d'autant plus que le mercure passe la barrière hémato placentaire.