

L'apport de l'analyse ADN ou empreintes génétiques dans un contexte d'insécurité au Burkina Faso : technologies et enjeux

Abdou Azaque ZOURE^{1,2,3*},
Jean Telesphore Valerie BAZIE^{1,2,3},
Moutanou Modeste Judes Zeye^{3,4},
Serge Théophile SOUBEIGA^{1,2,3}, Noufou SALOU⁴,
Moctar ZEBA⁴, Missa MILLOGO⁴,
Albert Théophane YONLI^{2,3}, Jacques SIMPORE^{2,3}

Résumé

A la fin du 19^{ème} siècle, l'utilisation des empreintes digitales comme moyen d'identification des personnes disparues et comme preuve dans les affaires criminelles, était révolutionnaire. Aujourd'hui l'analyse des empreintes génétiques, aussi appelée analyse de l'ADN, est en plein essor et constitue une des techniques les plus considérables en matière d'identification humaine tant en criminalistique que dans d'autres domaines, avec la possibilité d'amplifier quelques fragments d'ADN nucléaire et/ou mitochondrial. L'ADN est un matériel de choix pour l'identification humaine car il comporte de très nombreux polymorphismes et peut être extrait à partir de cellules présentes dans les fluides biologiques, des bulbes pileux, voire des prélèvements de tissus anatomiques. En outre, les bases de données ADN qui stockent les profils STR autosomiques des suspects, des condamnés, des personnes disparues ou non identifiés etc. sont devenues de puissants outils d'enquête sur la criminalité dans le monde entier. Si de par le monde l'ADN est le moyen d'identification humaine par excellence, qu'en est-il au Burkina Faso ? Quels sont les enjeux de l'utilisation des technologies d'identification humaine dans notre pays ? Quel pourrait être l'apport des empreintes génétiques dans le contexte sécuritaire du Burkina Faso ? Ce sont autant de questions que nous avons essayées d'apporter des éléments de réponses en dans cette revue de littérature.

¹ Institut de Recherche en Sciences de la Santé (IRSS/CNRST), Laboratoire de Recherche Biomédicale (LaReBio), 03 BP 7192 Ouagadougou 03 ; Burkina Faso

² Centre de Recherche Biomoléculaire Pietro Annigoni (CERBA), 01 BP 364 Ouagadougou 01, Burkina Faso

³ Laboratoire de Biologie Moléculaire et Génétique (LABIOGENE), Université Joseph KI-ZERBO, , 01, BP 364, Ouagadougou 01, Burkina Faso

⁴ Direction de la Police Technique et Scientifique (DPTS), Direction Générale de la Police Nationale du Burkina Faso

*Auteur correspondant : Abdou Azaque Zouré, Email : abdouazaque@gmail.com,
ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-9423-024X>

DOI : <https://doi.org/10.64707/revstss.v48i2.2120>

Mot clés : Identification humaine - Profil ADN- Base de données- Sécurité- Burkina Faso

The contribution of DNA analysis or genetic fingerprinting in a context of insecurity in Burkina Faso: technologies and challenges

Abstract

At the end of the 19th century, the use of fingerprints as a means of identifying missing persons and as evidence in criminal cases was revolutionary. Today, genetic fingerprint analysis, also known as DNA analysis, is booming and constitutes one of the most significant techniques in human identification, both in forensic science and in other fields, with the possibility of amplifying a few fragments of nuclear and/or mitochondrial DNA. DNA is the material of choice for human identification, as it contains a large number of polymorphisms and can be extracted from cells present in biological fluids, hair bulbs or even anatomical tissue samples. In addition, DNA databases storing the autosomal STR profiles of suspects, convicts, missing or unidentified persons etc. have become powerful tools for investigating crime worldwide. If DNA is the world's foremost means of human identification, what is the situation in Burkina Faso ? What are the challenges of using human identification technologies in our country ? What contribution could genetic fingerprinting make to security in Burkina Faso ? These are just some of the questions we've tried to answer in this literature review.

Key words : Human identification- DNA profile- Database- Security- Burkina Faso

Introduction

Ces 20 dernières années, le Sahel est devenu une sorte de creuset où évoluent des mouvements extrémistes violents. Au Burkina Faso, les premiers attentats terroristes ont eu lieu entre Octobre 2015 et janvier 2016 (Ayimpam, 2022). La lutte contre le terrorisme avec comme corollaires la disparation des civiles comme des combattants « très souvent dans les différentes zones de combat ». A cela s'ajoute les nombreuses victimes, les personnes déplacées sous la contrainte, ou prises en otage et privées de tout contact avec leurs amis ou leur famille (Doutremepuich, 2016). Le plus souvent, les personnes considérées disparues se retrouvent être en réalités des personnes décédées ou au mieux prises en otage par les terroristes. Quelle que soit la raison des disparitions, l'absence de

nouvelles et l'incertitude quant au sort de leur proche constituent des angoisses insupportables pour les familles concernées. Le seul soulagement que leurs familles puissent recevoir est la confirmation fiable de leur kidnapping ou de leur décès. Dans le cas de décès, la récupération et l'identification adéquates des corps constituent donc un aspect fondamental du processus de deuil des familles, voire des communautés entières. À l'heure où la question de la sécurité au Sahel est au cœur des principaux enjeux sociétal, économique et politique et où elle cristallise les débats dans le monde scientifique (Ayimpam, 2022). Quelle pourrait être la contribution des scientifiques dans le solutionnement de la recherche d'un être cher disparu ou décédé après un acte violent ? Dans le cadre de ces conflits armés ou d'autres situations de violence, les sciences forensiques (ou criminalistiques en français) peuvent contribuer à travers des investigations médico-légales conduites sur des restes humains dans le but d'identifier la dépouille et, si possible, de la restituer à sa famille (Laurent et al., 2017). Ces sciences forensiques se basent sur *le principe de l'échange souvent appelé le principe de l'échange de Locard, selon lequel "tout contact laisse une trace". Alors « Nul ne peut agir avec l'intensité que suppose l'action criminelle sans laisser des marques multiples de son passage..... Tantôt le malfaiteur a laissé sur les lieux des marques de son activité, tantôt par une action inverse, il a emporté sur son corps ou sur ses vêtements les indices de son séjour ou de son geste »* (Crispino, 2006). L'histoire des sciences forensiques remonte au début du siècle avec la naissance de la « la génétique » criminalistique (Fulton, 2011) et les premières résolutions de crimes grâce au groupes sanguins ayant conduit au Prix Nobel de Médecine sur le système ABO obtenu par Karl Landsteiner en 1930 (Aymard, 2012) (Alketbi Salem K, 2023). Jusqu'au début des années 80, les méthodes sérologiques, d'électrophorèse des protéines, de groupes enzymatiques, et du système HLA dans la criminalistique jusqu'à ce que Ray White découvre les premiers marqueurs polymorphiques qui sont des séquences répétitives hautement polymorphes dans le génome humain. D'où l'ère de l'introduction en criminalistique des empreintes génétiques aussi appelées analyse de l'ADN (Budowle & Van Daal, 2008). En outre, avec la découverte de la PCR dans les années 1986-1990, il y a eu la mise en évidence des microsatellites (STR) et grâce au système de multiplexage, la PCR a révolutionné la génétique forensique. Ainsi par exemple, facilement, une affaire de crime de sang a pu

être résolue (Laurent et al., 2017). Il s'agit de « l'affaire dit du boucher de Hay Hassani » dans un pays d'Afrique : *Il a assassiné sa maîtresse et l'a découpée en morceaux avant de les jeter dans des poubelles. L'assassin après avoir commis son acte, a bien lavé ses instruments tranchants. En effectuant une visite au domicile du suspect, la police a prélevé une gouttelette de sang au niveau de la jointure du fer et de la manche en bois de la hache, elle a également trouvé un minuscule morceau de chair, qui s'est incrusté au niveau d'une vis de la scie. L'analyse génétique a permis d'établir un profil génétique lequel s'est avéré correspondre à celui de la victime »* (Aloumliki, 2005) . Ainsi, les sciences forensiques se définissent comme l'ensemble des principes scientifiques et des techniques appliquées à l'investigation criminelle, pour prouver l'existence d'un crime et aider la justice à déterminer l'identité de l'auteur et son mode opératoire (Laurent et al., 2017). Les sciences forensiques interviennent ainsi dans l'ensemble des processus judiciaires, de la compréhension des crimes et des délits, jusqu'à la présentation d'éléments de preuve et de leur valeur probante devant un tribunal. La récolte et le traitement des données sont à la base de l'ensemble de ces activités très diverses (Snow, 2024). De nos jours la génétique forensique permet de résoudre les situations liées à l'identification de cadavres ou des restes humains (découvert souvent lors des catastrophes de masse comme les inondations, les craches d'avion, les incendies etc...), à la recherche de paternité, aux agressions sexuelles, à un homicide, à l'identification de bébé « mélangés » ou abandonnés, à une effraction et vol, de faire une liaison entre scènes de crimes et à l'anthropologie comme des investigations historiques et la détermination de la descendance d'une personne ou groupe de personnes (Chisum et al., 2011). Ce travail questionne à la fois le positionnement et l'utilisation des empreintes génétiques de façon générale ainsi que son utilisation dans le contexte sécuritaire actuel du Burkina Faso ?

I. Matériel et méthodes

Le présent travail est basé sur la littérature évoquant la contribution de la génétique forensique dans un contexte de défi sécuritaire. Il s'est agi donc pour nous de rassembler une bibliographie axée sur notre thème d'intérêt. La recherche de littérature s'est faite en ligne dans les différentes bases de données comme MEDLINE/PubMed, African Journals Online (AJOL) et Google Scholar avec des mots clés : *Insécurité, Empreinte génétique, Test ADN, Burkina Faso.*

Les articles et les documents (livres) jugés utiles ont été utilisés pour constituer le narratif du présent travail.

II. Résultats de la revue de la littérature

Identification des corps

Les différentes options d'identification

Depuis le second semestre des années 1980, la science a rendu possible l'identification des individus à partir de séquences génétiques très variables de l'ADN humain. L'identification humaine est définie comme le procédé visant à individualiser des corps ou des restes humains en leur attribuant le nom qui leur a été donné à la naissance ou tout autre nom approprié (Fulton, 2011). C'est un processus mené à l'aide d'une ou plusieurs méthodes impliquant divers domaines comme la balistique, la toxicologie, l'anthropologie, la chimie, l'entomologie, les empreintes digitales, les empreintes génétiques comme le résume la **figure 1**. Cependant, de nos jours, les empreintes génétiques sont considérées comme le gold standard « l'étalon-or » des caractéristiques génétiques qui permettent de reconnaître un individu (Bellivier & Noiville, 2000). La technique de l'empreinte génétique se base sur un principe essentiel de la génétique qui est l'unicité biologique des individus. Leur réalisation repose sur l'analyse de séquences polymorphes, c'est-à-dire des séquences nucléotidiques pouvant prendre des formes différentes d'un individu à l'autre (Alketbi Salem K, 2023).

Grâce aux progrès des sciences médico-légales, et notamment des analyses ADN, les investigations médico-légales conduites sur des corps et les restes humains après un acte violent peuvent faire appel à l'identification visuelle et autres méthodes classiques (Croix-Rouge, 2009) comme présenter dans le **tableau I**.

Pour la première méthode, l'identification visuelle peut être la seule solution pragmatique qui permet de récupérer et d'examiner les restes du défunt, des présomptions d'identité par documents personnels à des fins d'identifier la dépouille et, si possible, de la restituer à sa famille (INTERPOL DNA Monitoring Expert Group, 2015). Cette méthode n'est pas utilisée comme seul moyen d'identification et elle est opérante en cas d'absence de décomposition ou de mutilations du ou des corps à identifier.

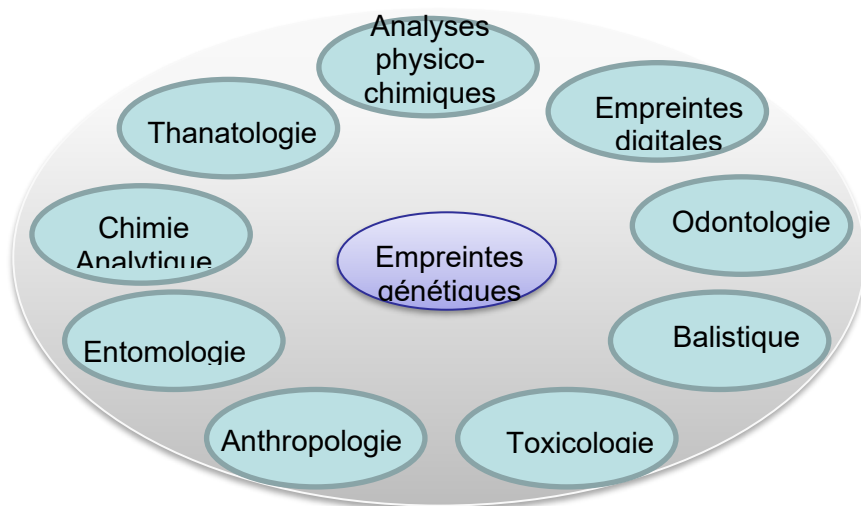


Figure 1 : Domaines scientifiques impliqués dans l'identification de corps.

Son inconvénient est qu'il peut avoir un effet traumatisant sur les familles/proches et impact négatif potentiel sur la capacité de jugement des proches avec un fort risque d'erreur d'identification. De plus le risque d'erreur est encore plus élevé si de nombreux corps sont rassemblés en un seul endroit et montrés aux proches, qui seront inévitablement en état de choc (Croix-Rouge, 2009).

La deuxième option consiste à interroger les méthodes scientifiques/objectives comme la comparaison de radiographies dentaires *post mortem* et *ante mortem*, la comparaison d'empreintes digitales *post mortem* et *ante mortem*, la comparaison d'échantillons d'ADN prélevés sur les restes humains avec des échantillons de référence ou la comparaison avec d'autres caractéristiques individuelles, notamment physiques ou médicales, telles que des radiographies du squelette, et des implants/prothèses numérotés (Croix-Rouge, 2009).

Tableau I : Les différentes options d'identification (Croix-Rouge, 2009)

Pistes/Reconnaissance visuelle		Profil Biologique	Aides à l'identification	Identification scientifique	
Témoignages/informations sur l'évènement	Documents associés/plaques d'identité	Age, ancestralité, sexe, stature, anciennes blessures et maladies congénitales	Tatouages, vêtements piercings, associés, documents et effets personnels, témoignages/informations sur l'évènement	Analyses des empreintes digitales : analyse ADN	Caractéristiques médicales : odontologie

De toutes ces méthodes objectives, l'ADN reste le matériel de choix pour l'identification car il comporte de très nombreux polymorphismes et il peut être extrait à partir de n'importe quelle cellule possédant un noyau. Ces dernières années, les techniques utilisées pour identifier les restes humains ont été développées, améliorées et rendues plus complexes par l'apparition des analyses ADN (Doutremepuich, 2016). Lorsque l'ADN peut être analysé et comparé avec celui de proches de personnes disparues, et qu'il est possible de trouver une correspondance, l'identité des restes humains peut être établie *au-delà de tout doute scientifique ou juridique raisonnable* (Bellivier & Noiville, 2000). Ceci est possible grâce aux caractéristiques de l'ADN qui fait qu'il est unique à chaque individu (à l'exception des jumeaux monozygote), très polymorphe, très discriminatif, stable et assez résistant aux effets de l'environnement, permet d'analyser aussi bien un prélèvement frais qu'un prélèvement sec (récent ou ancien) ou décongelé, indépendamment de l'âge de la personne, indépendamment du tissu cellulaire (Alketbi Salem K, 2023). Cependant, l'analyse ADN permet d'établir le lien de parenté avec la comparaison de l'ADN du présumé et celui du père/mère présumés du défunt ou ses présumés enfants, qui donne une probabilité $p = 99,999 \%$ (**tableau II**).

Les prélèvements : collecte d'échantillons de référence à des fins d'analyse ADN

Une condition préalable à toute identification fondée sur les analyses ADN est que les tissus biologiques analysés doivent être prélevés sur les restes humains et soit sur des proches de la personne disparue ou des échantillons biologiques laissés par la personne disparue, sous forme d'échantillons médicaux ou autres (Croix-Rouge, 2009). Le prélèvement sur cadavre dépend de son état de putréfaction. Ainsi, les préleveurs peuvent faire un prélèvement sous unguéal, de sang (cœur), d'Os, de muscle, de dents, de cheveux, de fœtus, de taches (**figure 2**). Cependant, les échantillons de peau et de sang prélevés après la mort ne constituent généralement pas de bonnes sources d'ADN. Il est aussi toujours conseillé de prélever, si possible, des échantillons de référence sur au moins deux parents proches (parents ou enfants)(Butler, 2021).

Tableau II : Collecte d'échantillons de référence à des fins d'analyse ADN (Butler, 2014)

Référence familiale	Probabilité d'identité
Frère germain ou sœur germaine	92,1 %
Frère/sœur et tante (ou oncle)	99,4 %
Frère/sœur et deux tantes ou oncles de la même branche de la famille	97,8 %
Frère/sœur et une tante et un oncle de différentes branches de la famille	99,8 %
Frère/sœur et demi-frère/demi-sœur	98%
Frère/sœur et deux demi-frères/demi-sœurs (même mère, différents pères)	99,4%
Deux frères/sœurs	99,91 %
Un parent/enfant	99,99 %
Frère/sœur et parent	99,996%
Père et un demi-frère/une demi-sœur du côté maternel	99,95%
Père et deux demi-frères/demi-sœurs du côté maternel	99,996%
Père et tante maternelle	99,993 %
Trois grands-parents	96,7 %
Quatre grands-parents	99,99 %
Trois grands-parents et un frère/une sœur	99,99 %

Probabilité moyenne d'identité, Les résultats ont été obtenus à l'aide de 15 locus microsatellites, contenus dans le *Identifiler PCR, Amplification Kit* (Applied Biosystems, Foster City, CA, États-Unis). Données tirées de : Brenner, C.H., « Reuniting El Salvador families ». Disponible sur: <http://dna-view.com/ProBusqueda.htm> (page consultée le 01 Juillet 2014).

Par conséquent, il faut un personnel de collecte d'échantillons qui a une connaissance du prélèvement et de la manipulation de tissus biologiques, ainsi que des questions de santé et de sécurité et de fournir de manière systématique un soutien psychologique aux familles ou aux individus dans le cadre du processus de collecte, afin d'éviter tout traumatisme supplémentaire. Les limites liées au prélèvement peuvent être un problème de mélanges, l'ADN est souvent dégradé et en très faible quantité et la possibilité d'avoir des inhibiteurs de la PCR souvent présents dans l'échantillon. Par conséquent, pour optimiser les conditions d'analyse, les préleveurs doivent éviter les UV, la lumière, l'humidité, la température élevée,

les agents putréfiants bactériens ou enzymatiques. Ainsi il est recommandé d'avoir une chaîne de froid à +4°C ou congélation à -20°C. Pour d'autres cas de scènes de crimes, les échantillons peuvent provenir des supports comme chewing-gum, timbre et enveloppe, brosse à dent, brosse à cheveux, lame à raser, traces de contact : bouteille soda, cols de chemise, vêtements, gants, cagoule, lunettes, stylo, téléphone portable, préservatif, volant, pommeau de vitesse, sacs...(Butler, 2021). Avec l'avancée des technologies dans le domaine, des profils peuvent maintenant être établis à partir de traces laissées par simple contact, même lorsque le contact entre la personne et l'objet a été minime(Recipon et al., 2024). On peut par exemple travailler à partir de traces telles que des empreintes digitales, des taches laissées par contact facial, des matières expulsées en toussant et en éternuant.... (Recipon et al., 2023)



Figure 2 : Quelques échantillons susceptibles d'être prélevés

Les marqueurs ADN utilisés en génétique forensique

Aujourd'hui l'analyse des empreintes génétiques, aussi appelée analyse de l'ADN, est en plein essor et constitue une des techniques les plus priorisées en matière d'identification humaine tant en criminalistique que dans d'autres domaines, avec la possibilité d'amplifier quelques fragments d'ADN nucléaire et/ou mitochondrial (Alketbi Salem K, 2023). En fonction des situations d'identification, l'ADN nucléaire peut être exploité grâce à des panels STR (Short Tandem Repeats) qui sont des microsatellites dont l'unité de répétition est 2-7 bp et répétée 5-30 fois dont la

longueur est appropriée pour l'amplification par PCR. Ainsi il y a des STR des chromosomes autosomiaux (transmission des deux parents), des STR du chromosome Y (transmission du père) et des STR du chromosome X (Doutremepuich, 2012). L'information génétique de chaque marqueur uniparental est appelée haplotype au lieu de génotype puisqu'un seul allèle est détecté par individu. Les marqueurs autosomiaux subissent un brassage génétique à chaque génération puisqu'ils sont transmis de manière biparentale. Ainsi, la moitié de l'information génétique d'un individu lui vient de son père et l'autre moitié de sa mère.

Les marqueurs uniparentaux, c'est-à-dire ceux situés sur le chromosome Y et sur l'ADN mitochondrial, sont transmis d'une génération à l'autre sans changement sauf dans le cas de mutations. Les avantages des STR Y est son utilisation dans le cas d'une personne disparue pour retrouver sa lignée paternelle, dans le cas du test de paternité avec une possibilité de lier un garçon à son père dans le cas où la mère est inexistante (**figure 3**). Le STR Y est utilisé également dans de viol en évitant la lyse différentielle pour séparer le sperme et cellules vaginales (Butler, 2021).

Par ailleurs, l'ADN mitochondrial (transmission maternelle) encore appelé marqueur uniparental, peut aussi être exploité grâce à des panels des régions hypervariables (HV1 et HV2) de l'ADN mitochondrial (ADNmt) dont l'analyse est très fastidieuse et lente (techniquement très lourd, séquençage) par rapport à l'analyse des STR. Les marqueurs de l'ADNmt, transmis de mère à enfant, permettent de retracer les lignées maternelles et ceux du chromosome Y, transmis de père en fils, les lignées paternelles. Grâce à ses nombreuses copies, l'ADNmt peut être la seule source d'ADN dans le cas d'échantillons fortement dégradés ou dans le cas où il y a très peu de quantité d'ADN (poil ou bout de cheveux). L'ADNmt est préservé par la haute résistance de la mitochondrie (Butler, 2018).

Aujourd'hui dans les laboratoires d'identification humaine, les panels STR sont les plus utilisés car le STR est abondant dans le génome avec une haute discrimination, sa transmission est indépendante des marqueurs avec un polymorphisme et hétérozygotie élevé, il possède plusieurs allèles différents neutres sans effet visible sur le phénotype, il est automatisable avec des résultats reproductibles. L'histoire des STR est que la mise en place

des kits est améliorée au fur et à mesure avec l'ajout des marqueurs/allèles (Doutremepuich, 2012). Ainsi, en 1996 le kit AmpliFISTR™ Blue avait 3 loci qui a été amélioré en 1997 en AmpliFISTR™ Profiler Blue™ qui possède 10 loci. Puis en 2001, AmpliFISTR™ Identifiler™ possède 16 loci, puis en 2012 le nombre de loci était à 24 avec le kit GlobalFiler et enfin actuellement le Kit VeriFiler™ Plus kit possède 25 loci. Ainsi plus le kit a un grand nombre de loci plus il est discriminatif donc très précis dans la détermination de la filiation (Butler, 2014).

Nouvelles technologies et automatisation

Le domaine de la génétique forensique comme tout domaine scientifique a pour vocation d'être en perpétuelle évolution sur le plan technologique et du savoir-faire. Ainsi, les marqueurs STR ont déjà été analysés avec succès par spectrométrie de masse MALDI-ToF (Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionisation coupled time-of-flight) en modifiant la conception des amorces PCR pour qu'elles se lient plus étroitement à la région répétée (Butler, 2021). Alors que le MALDI-TOF avait une limite de taille de 100 bp, les techniques récentes de MALDI-ESI (matrix-assisted laser desorption-ionization/ electrospray ionization) ont étendu la gamme de taille pour des mesures précises de spectrométrie de masse jusqu'à 250 bp.

Une nouvelle technologie en génétique forensique est le pyroséquençage qui est une approche de séquençage par synthèse, les dNTP sont ajoutés progressivement par le biais d'une dispensation dirigée, par le biais d'une cascade de réactions enzymatiques impliquant l'ADN (Alketbi Salem K, 2023).

Enfin, le séquençage de nouvelle génération (NGS) implique la collecte rapide et à haut débit de courtes sections d'ADN et a le désir de disposer de plus d'informations génomiques en réduisant les coûts. Ces méthodes de NGS génèrent de courtes séquences de 25 à 250 bases de manière massivement parallèle. En outre, la quantité de données produites par ces NGS, avec des millions de lectures courtes, rend le soutien bio-informatique crucial et nécessiterait un changement important dans la façon dont les laboratoires d'analyse génétique de la police scientifique travaillent, ainsi qu'un passage des marqueurs génétiques des STR aux SNP (Alketbi Salem K, 2023).

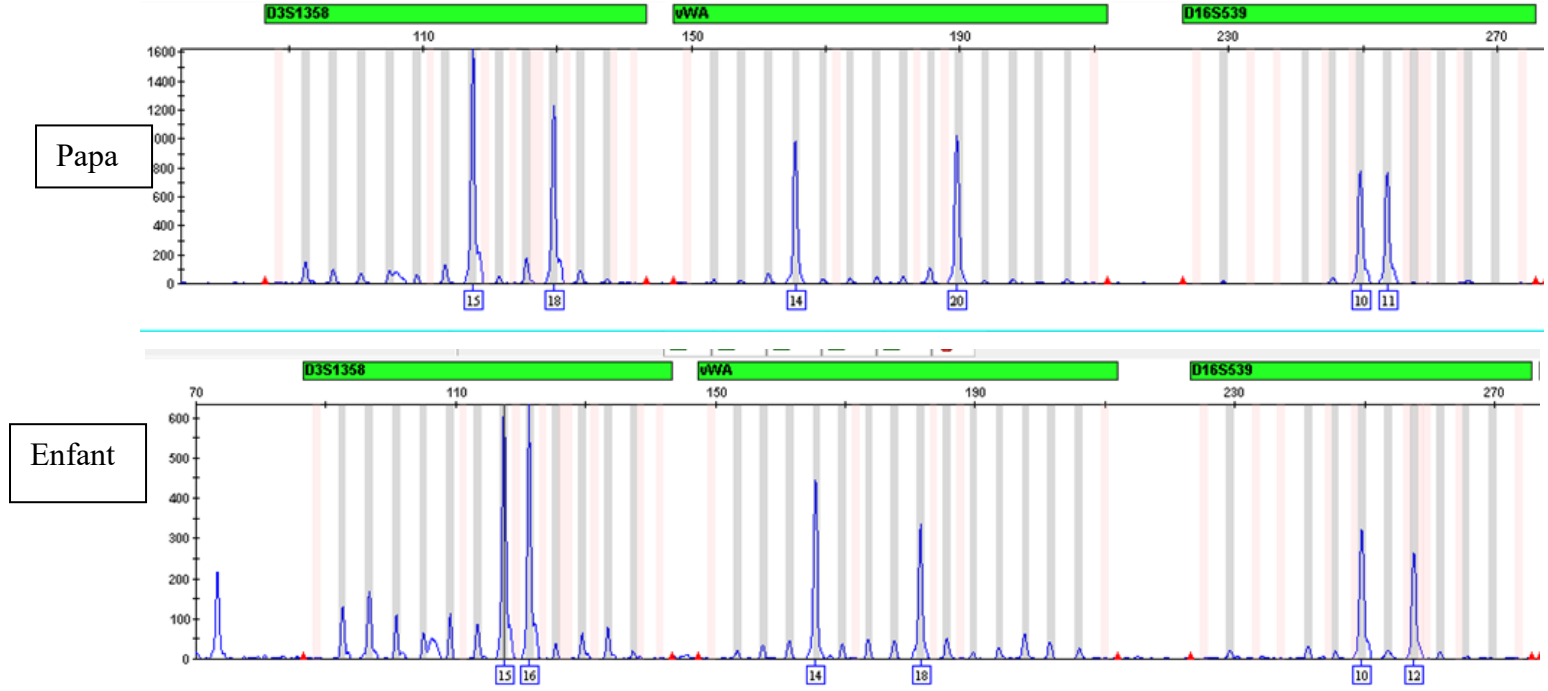


Figure 3 : Identifications basées sur l'ADN confirmés par un profil biologique entre un Papa et son enfant (Source ; Bazié, Zouré, Yonli et al. 2024)

Bases de données génétiques

Les technologies actuelles sont diverses et sont utiles dans la résolution de plusieurs affaires aussi bien civiles que criminelles dans un contexte sécuritaire et post-crise sécuritaire. L'information génétique résultant de ces analyses doit être conservée dans une banque de données génétiques. La banque de données peut comprendre entre autres un fichier des personnes identifiées (condamnés, mises en cause et parents des personnes disparues) et un fichier des personnes non identifiées (prélèvements sur scènes de crimes) (Interpol, 2015). C'est une stratégie d'identification qui consiste à rechercher des correspondances dans une base de données de profils ADN dite « basée sur l'ADN ». Les identifications basées sur l'ADN s'appuient sur des correspondances entre les profils ADN (Zeye, Ouedraogo, Bado, et al., 2024). Deux grands programmes de ce type ont permis l'identification des milliers de personnes tuées dans les Balkans entre 1991 et 2000, et environ 1 700 personnes tuées dans les attentats de septembre 2001 contre le World Trade Center à New York, aux États-Unis. Cependant, le lancement d'un programme de base de données ADN est une activité laborieuse, en particulier après un conflit armé. Il peut être techniquement possible, mais l'ampleur de ces programmes peut varier, de l'incident local ne touchant que quelques personnes, aux programmes visant à identifier des dizaines de milliers d'individus (Butler, 2014).

La possibilité de comparer un profil d'ADN avec un vaste ensemble d'autres profils d'ADN présente de multiples avantages dont l'aide à l'identification de personnes disparues et de restes humains non identifiés, la lutte contre certaines formes de criminalité transnationale (trafic de migrants, terrorisme ou trafic de stupéfiants), la lutte contre les infractions graves (meurtres ou les agressions) ou infractions de grande fréquence (cambriolages ou vols) et la mise au jour de liens entre des scènes de crime faisant partie d'une même série. Par conséquent, une base nationale de « profils ADN » est un outil à la fois puissant et économique de lutte contre la criminalité (Interpol, 2015).

Ainsi, concernant le terrorisme, il serait utile de créer une base de données « Fichier ADN Terrorisme » de personnes identifiées par les services de police ou gendarmerie comme présentant un risque. Le contenu de cette base de données génétiques peut être

généralement des profils d'échantillons prélevés sur des scènes de crimes et des profils de volontaires, de personnes disparues, des corps non identifiés (Doutremepuich, 2016).

Qu'en est-il de l'utilisation de l'ADN dans l'identification humaine au Burkina Faso ? Interrogations d'ordre scientifique

Les populations de BF ont fait l'objet de peu de recherches sur les marqueurs médico-légaux (Millogo et al., 2019). Cette lacune dans la recherche génétique existe alors que les problèmes de sécurité persistent dans la région du Sahel. Ainsi, les données sur la structure génétique et les paramètres médico-légaux basés sur les STR autosomiques (aSTR) et les STR du chromosome X (X-STR) font toujours défaut. En outre, actuellement le Burkina Faso ne dispose pas d'une base de données nationale d'ADN médico-légale (BDNF) pour investigations dans les enquêtes criminelles (Zeye, Ouedraogo, Millogo, et al., 2024). Dans un passé très récent, en raison de l'absence de laboratoires de police scientifique dans le pays, la plupart des tests de paternité et des examens médico-légaux des traces (ou matériel biologiques) de scène de crime sont envoyés à l'étranger du pays. Ce vide est en train d'être comblé par un laboratoire qui fait des efforts dans les tests de paternité et l'identification humaine (Millogo et al., 2020)(Millogo et al., 2021). Alors, le laboratoire de police scientifique bien qu'il existe sur l'échiquier institutionnel doit être bâti sur une infrastructure moderne avec des équipements pouvant lui permettre d'exécuter son rôle régalién. Cependant des questions se posent avec acuité : les tests génétiques tels qu'ils sont réalisés actuellement au Burkina Faso obéissent-ils, sur tous les plans, aux standards internationaux (marqueurs, procédures, rapports d'expertise...) ? Qu'en est-il de la validation des résultats génétiques par des études statistiques de population ? Dans une démarche il faudra prévoir une gestion de la qualité pouvant aboutir à la certification sur la norme ISO 17025 des laboratoires effectuant des analyses génétiques.

Une première étude de (Zeye, Ouedraogo, Bado, et al., 2024) nous donne une idée sur les fréquences des marqueurs STR autosomiques et gonosomiques en médecine légale au Burkina Faso, qui peuvent servir de base de données de référence.

Qu'en est-il d'une base de données nationale d'ADN médico-légale (BDNF) ?

Nous proposons dans le tableau 3, les interrogations qui peuvent surgir dans le cadre d'un éventuel projet d'établissement de base de données des empreintes génétiques.

Tableau III : Listes de quelques exigences au niveau du Burkina pour l'établissement de base de données nationale d'ADN médico-légale

Exigences	Actions
Création et fonctionnement	Souhaitable dans le cadre d'une loi
Contrôle	Sous quelle tutelle ?
Structure	Indépendante ou rattachée à qui ?
Utilisation	Police judiciaire
Infractions	Tout crime ou délit portant atteinte aux personnes et aux biens
Contenu	Profils génétiques d'individus et traces retrouvées sur lieux de crime
Personnes à fichier	Suspects, inculpés et condamnés
Durée de conservation	Illimitée. Pas d'effacement
Origine des profils génétiques	Laboratoires de police scientifique, de Gendarmerie et d'autres habilités et accrédités par l'état ?
Consentement au prélèvement	Pas nécessaire ou nécessaire en fonction des situations ?
Traçabilité des consultations	Obligatoire

Qu'en est-il de la perception en rapport avec une base de données nationale d'ADN médico-légale (BDNF) ?

Dans un processus aussi sensible qui touche à l'intimité et l'intégrité génomique des personnes, il semble essentiel de sonder l'opinion publique sur l'utilisation des progrès scientifiques impliquant l'ADN au Burkina Faso. À cette fin, une étude a mené une enquête auprès des utilisateurs d'internet au Burkina Faso (Zeye, Ouedraogo, Millogo, et al., 2024). Les résultats montrent

que 91,7 % (431/470) estiment que cette technologie est actuellement nécessaire au système de justice pénale du Burkina Faso. Toutefois, des inquiétudes quant à la conservation et à la gestion d'une base de données nationale d'ADN médico-légale (BDNF) ont été exprimées par les enquêtés. Ce qui réconforte que les exigences du tableau 3 soient respectées dans la mise en place de cette base.

Par ailleurs, il est indispensable de se questionner sur comment sensibiliser les intervenants du processus judiciaire (juges, avocats, enquêteurs, médecins légistes...) aux apports de cette nouvelle technique et comment les accompagner dans une exploitation raisonnée des résultats des tests génétiques ? et aussi comment sensibiliser le grand public à ce thème d'actualité ?

Que dit la législation sur les empreintes génétiques ?

Que dit la loi Burkinabè sur l'utilisation de l'ADN dans les affaires pénales ? D'un point de vue législatif, jusqu'à présent, aucune loi spécifique en matière de justice pénale n'a été consacrée à la prise d'empreintes génétiques au Burkina Faso. Les lois du Burkina Faso sont suffisamment permissives en ce qui concerne l'utilisation des empreintes génétiques comme moyen de preuve scientifique dans les situations d'identification humaine. Au Burkina Faso, au plan civil dans quelles situations un juge peut-il ordonner une expertise ADN en recherche de paternité (requérant potentiel, limite chronologique de la recevabilité de l'analyse) ? Qui devra supporter les frais des analyses génétiques dans les différentes situations ? En ce qui concerne le test de paternité, filiation, etc., l'article 446 de l'actuel "code des personnes et de la famille" stipule que lorsque, par application des dispositions légales, un enfant est rattaché à plusieurs pères, les tribunaux tranchent le litige en déterminant la paternité la plus vraisemblable par tous les moyens de preuve ; à défaut de preuves suffisantes, ils s'en remettent à la possession d'état. L'utilisation dans la loi des termes "tous les moyens" permet de recourir à la preuve scientifique. Par conséquent, il est recommandé aux décideurs et législateurs de mettre en œuvre une politique nationale en matière d'ADN qui stipule clairement la technique à utiliser pour l'exploitation des empreintes génétiques. Selon la Déclaration internationale de l'UNESCO sur les données génétiques humaines de 2003, toutes les activités associées à la création et à l'utilisation d'une base de

données génétiques doivent avoir de solides fondements législatifs et politiques adaptés au cadre de gouvernance du pays (Fulton, 2011). Par ailleurs, au Burkina Faso, dans quelles mesures nos juges seront-ils amenés à ordonner de tels tests ? Le juge peut-il ordonner une recherche de filiation par analyse ADN dans le cadre d'une demande d'immigration ?

Qu'en est de la ressource humaine spécialisée de la sécurité nationale ?

Sur le plan des ressources humaines, au Burkina Faso, un personnel civil, de la police ont actuellement l'expertise dans le domaine des tests d'indentification, tests ADN.... Il reste à créer des conditions normatives et législatives pour permettre à ce personnel d'asseoir les bases d'une expertise nationale. Au Burkina Faso, les tests ADN ne sont pas encore spécifiés sur la liste des expertises du Ministère de la justice ou du ministère chargé de la sécurité ! Ce qui posent des interrogations : Que prévoit la réglementation quant aux procédures d'agrément des experts et des laboratoires habilités à procéder à ce type d'analyses ?

Conclusion

La présente étude a permis de trouver des éléments de réponses quant à l'apport de l'analyse ADN comme preuve irrévocable dans l'identification humaine dans un contexte sécuritaire comme celui que traverse le Burkina Faso. La lutte contre la criminalité a pris des proportions tels que de nos jours les solutions scientifiques s'imposent par elle-même grâce à leur notoriété qui n'est plus à démontrer au niveau mondial. Bien que l'analyse ADN soit considéré très souvent comme la reine des preuves dans les investigations criminelles de par son taux de précision qui est de l'ordre de 99,99%, il est important de prendre conscience des limites inhérentes à l'interprétation des résultats de la comparaison de profils génétiques. En outre, bien que l'ADN puisse identifier précisément une personne, il ne révèle rien sur les circonstances exactes de la présence de cette personne à un endroit donné. Dans ce cadre, l'ADN ne peut pas expliquer si la personne était là volontairement, sous contrainte, ou même par un concours de circonstances fortuit. Ainsi, les preuves génétiques doivent toujours être complétées par d'autres types d'indices pour une compréhension complète de la situation. Une éventuelle mise en place de cette technologie autour de l'ADN dans la lutte contre la

criminalité devra aussi faire l'objet d'une législation nationale adéquate en la matière pour non seulement préserver les droits de tous les acteurs et des citoyens mais aussi et surtout garantir la fiabilité du processus et de l'équipement qui sera mise en place.

Remerciements

Les auteurs remercient Pr Said Amzazi pour sa documentation utilisée dans ce travail.

Références Bibliographiques

- Alketbi Salem K. (2023). The role of DNA in forensic science: A comprehensive review. *International Journal of Science and Research Archive*, 9(2), 814–829. <https://doi.org/10.30574/ijsra.2023.9.2.0624>
- Aloumliki, A. (2005). Crime de Hay Hassani : L'accusé arrêté. *Aujourd'hui Au Maroc*. <https://aujourd'hui.ma/societe/crime-de-hay-hassani-laccuse-arrete-32535>
- Ayimpam, S. (2022). Sécurité par le bas. Perceptions et perspectives citoyennes des défis de sécurité au Burkina Faso. *Anthropologie & Développement*, 53, 237–240. <https://doi.org/10.4000/anthropodev.1889>
- Aymard, J.-P. (2012). Karl Landsteiner (1868-1943) et la découverte des groupes sanguins. *BibNum, vers 1896*, 1–12. <https://doi.org/10.4000/bibnum.521>
- Bellivier, F., & Noiville, C. (2000). Les empreintes génétiques. *Revue Française Des Laboratoires*, 2000(320), 15. [https://doi.org/10.1016/s0338-9898\(00\)80389-3](https://doi.org/10.1016/s0338-9898(00)80389-3)
- Budowle, B., & Van Daal, A. (2008). Forensically relevant SNP classes. *BioTechniques*, 44(5), 603–610. <https://doi.org/10.2144/000112806>
- Butler, J. M. (2014). Advanced topics in forensic DNA typing: interpretation. In *Universitas Nusantara PGRI Kediri* (Vol. 01).
- Butler, J. M. (2018). Fundamentals of Forensic DNA Typing. In *Library of Congress Cataloging-in-Publication Data* (Vol. 53, Issue 9). <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-33115-7%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.fsigss.2019.10.131%0Awww.pearson.com/enhanced->

ebooks%0Ahttps://www.crcpress.com/Fundamentals-of-Picoscience/Sattler/p/book/9781466505094#googlePreviewContainer

- Butler, J. M. (2021). *Advanced topics in forensic DNA typing: methodology*.
- Chisum, W. J., Turvey, B. E., & Freeman, J. (2011). Crime Scene Investigation. *Crime Reconstruction, Second Edition*, 147–177. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386460-4.00007-2>
- Crispino, F. (2006). *Le principe de Locard est-il scientifique? Ou analyse de la scientificité des principes fondamentaux de la criminalistique* (Issue May 2006).
- Croix-Rouge, C. international de la. (2009). *Guide des meilleures pratiques à suivre dans les situations de conflit armé et autres situations de violence*, 2^e édition 2009, Comité international de la Croix-Rouge, Genève, Suisse.
- Doutremepuich, C. (2012). Legal implication of DNA profiling. *Bulletin de l'Academie Nationale de Medecine*, 196(6), 1117–1130. [https://doi.org/10.1016/s0001-4079\(19\)31742-x](https://doi.org/10.1016/s0001-4079(19)31742-x)
- Doutremepuich, C. (2016). ADN et terrorisme. *Revue Défense Nationale*, N° 789(4), 97–102. <https://doi.org/10.3917/rdna.789.0097>
- Fulton, C. (2011). Introduction to Forensic Science and the Law. *Information Technology and Libraries*, March, 34–44.
- Interpol. (2015). *Principes de bonne pratique : Recommandations en vue de la création de bases de données génétiques nationales*, Travail de Groupe d'experts d'INTERPOL.
- INTERPOL DNA Monitoring Expert Group. (2015). *Best Practice Principles: Recommendations on the Use of DNA for the Identification of Missing Persons and Unidentified Human Remains* (Issue November 2015). <https://www.interpol.int/en/Resources/Documents#Fact-Sheets>
- Laurent, F. X., Vibrac, G., Rubio, A., Thévenot, M. T., & Pène, L. (2017). Les nouvelles technologies d'analyses ADN au service des enquêtes judiciaires. *Medecine/Sciences*, 33(11), 971–978. <https://doi.org/10.1051/medsci/20173311014>
- Millogo, M., Ouattara, S., Salou, N., Zeba, M., Ouedraogo, A., Zongo,

- D., Kinda, P., Nana, P., Badiel, F., & Simpoire, J. (2019). Distribution of Fingerprints Patterns Among a Cohort of Population in Ouagadougou , Burkina Faso. *Malaysian Journal of Forensic Sciences*, 9(January 2017), 27–32.
- Millogo, M., Soubeiga, S. T., Bazie, B. V. J. T., Zohoncon, T. M., Ouattara, A. K., Yonli, A. T., & Simpoire, J. (2021). Disputed paternity presumption in Burkina Faso: determination of the biological fathers of children using ABO-rhesus/hemoglobin electrophoresis and STR assays. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s43141-021-00221-3>
- Millogo, M., Soubeiga, S. T., Bazie, B. V. J. T., Zohoncon, T. M., Yonli, A. T., & Simpoire, J. (2020). Contribution of ABO-Rhesus / Electrophoresis of hemoglobin methods and Short Tandem Repeats analysis in the determination of paternity in Burkina. *Research Squaresquare*, 1–14. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-41454/v1>
- Recipon, M., Agniel, R., Kunemann, P., Ponche, A., Carreiras, F., Hermitte, F., Leroy-Dudal, J., Hubac, S., Gallet, O., & Kellouche, S. (2024). Detection of invisible biological traces in relation to the physicochemical properties of substrates surfaces in forensic casework. *Scientific Reports*, 14(1), 1–19. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-63911-1>
- Recipon, M., Agniel, R., Leroy-Dudal, J., Fritz, T., Carreiras, F., Hermitte, F., Hubac, S., Gallet, O., & Kellouche, S. (2023). Targeting cell-derived markers to improve the detection of invisible biological traces for the purpose of genetic-based criminal identification. *Scientific Reports*, 13(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-45366-y>
- Snow, R. L. (2024). The Crime Scene. *Murder 101*, 31–56. <https://doi.org/10.5040/9798400688409.ch-002>
- Zeye, M. M. J., Ouedraogo, S. Y., Bado, P., Zoure, A. A., Djigma, F. W., Wu, X., & Simpoire, J. (2024). Forensic autosomal and gonosomal short tandem repeat marker reference database for populations in Burkina Faso. *Scientific Reports*, 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-58179-4>
- Zeye, M. M. J., Ouedraogo, S. Y., Millogo, M., Djigma, F. W., Zoure, A. A., Zeba, M., Palenfo, R., Dakio, N., Zaongo, S. D., Wu, X., &

Simpore, J. (2024). Forensic DNA database and criminal investigation in the Sahel region, a need to update the National Security Policy? *Forensic Sciences Research*, 9(2). <https://doi.org/10.1093/fsr/owad056>