

Utilisation des plantes médicinales pour prévenir et guérir les morsures de serpents : état des lieux et perspectives (synthèse bibliographique)

Ayékotchami Jacques Dossou, Adandé Belarmain Fandohan

Université Nationale d'Agriculture. École de Foresterie Tropicale. Unité de Recherche en Foresterie et Conservation des Bioressources. BP 43. Kétou (Bénin). E-mail : dossal92@gmail.com

Reçu le 3 juillet 2020, accepté le 3 mars 2021, mis en ligne le 31 mars 2021.

Cet article est distribué suivant les termes et les conditions de la licence CC-BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>)

Introduction. L'envenimation ophidienne constitue un problème de santé publique, social et économique dans les régions tropicales et subtropicales. Le coût onéreux des sérums antivenimeux rend le recours à ce traitement, qui reste pourtant le seul cliniquement approuvé, inaccessible à la majorité de la population dans ces pays. Pour y faire face, les habitants de ces régions ont donc souvent recours à des plantes reconnues comme médicinales par les connaissances traditionnelles. Le présent travail se propose de faire une synthèse de l'état des connaissances aussi bien traditionnelles que scientifiques sur les morsures de serpents et les plantes anti-morsure et antivenin de serpent à travers le monde. Il vise à la constitution d'une base de données des espèces de plantes utilisées pour prévenir et guérir les morsures de serpents et à la mise en évidence de potentielles futures pistes de recherche pour une valorisation de leur potentiel pharmaceutique.

Littérature. La présente revue systématique a utilisé les bases de données Agora et *Google Scholar* comme moteurs de recherche pour recenser, à travers des critères d'inclusion et d'exclusion bien définis, toutes les études pertinentes portant sur les morsures de serpents et les plantes utilisées pour leur prévention ou traitement.

Conclusions. La quasi-totalité des cas de morsures de serpents rapportées dans la littérature scientifique provient des pays chauds et/ou du Sud. Elles y constituent une maladie négligée parce qu'elles ne font pas objet de l'attention qu'elles méritent de la part des autorités et organismes en charge de la santé publique de ces pays. Cependant, 66 espèces de plantes regroupées en 31 familles sont utilisées pour prévenir la morsure des serpents et 1 127 espèces de plantes appartenant à 176 familles le sont pour le traitement des morsures de serpents dans le monde. Bien que l'efficacité de certaines de ces plantes ait été mise scientifiquement en évidence, des études pharmacologiques approfondies doivent encore être menées pour valider leur utilisation en vue de contribuer à améliorer le bien-être des communautés, et surtout les communautés rurales des pays en voie de développement.

Mots-clés. Venin, morbidité, soins de santé, phytothérapie, répulsif d'origine végétale.

Use of medicinal plants to prevent and cure snakebites: current situation and perspectives. A review

Introduction. Snakebites are a public, social and economic health problem in subtropical and tropical regions. To cope with this problem, the inhabitants of these regions often resort to medicinal plants recognized in traditional knowledge. This paper offers a synthesis of the state of traditional and scientific knowledge, on snakebite envenomation and anti-bite and anti-snake venom plants. It aims to build up a database of plant species used to prevent and cure snakebites and to highlight potential future avenues of research to enhance their pharmaceutical potential.

Literature. This systematic review used the Agora database and Google Scholar as a search engine to identify, through well-defined inclusion and exclusion criteria, all relevant studies on snakebites and plants used for their prevention or treatment.

Conclusions. Almost all snakebite cases reported in the scientific literature have occurred in tropical and/or third world countries, where they cause a neglected disease receiving little attention from local authorities and public health organizations. Despite this lack of attention, the literature cites the widespread use of plants as a remedy: a total of 66 plant species, grouped into 31 families, have been used to prevent snakebites and 1,127 plant species, belonging to 176 families, have been used to treat snakebites worldwide. Although some of these plants have been scientifically shown to be effective in preventing or curing snakebite envenomation, in-depth pharmacological studies need to be carried out to validate their use, in order to improve the livelihood of mostly rural communities in developing countries.

Keywords. Venom, morbidity, health care, phytotherapy, phytorepellents.

1. INTRODUCTION

Les morsures de serpents constituent un véritable problème social, économique et de santé publique dans le monde, particulièrement pour les populations rurales des pays en voie de développement (Chippaux, 1998 ; Barma et al., 2014 ; Upasani et al., 2017). L'envenimation ophidienne a été reconnue et classée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) sur la liste des « Maladies Tropicales Négligées » en raison de son incidence élevée et de la sévérité des tableaux cliniques (Barma et al., 2014 ; Chippaux, 2017). Le faible revenu des habitants, l'éloignement des centres médicaux, l'inexistence d'infrastructures sanitaires adéquates et le coût très élevé de la sérothérapie antivenimeuse rendent ce traitement inaccessible à la quasi-totalité des populations de ces pays (Kasturiratne et al., 2008 ; Félix-Silva et al., 2017). Les taux d'envenimation et de mortalité par morsure de serpents apparaissent plus importants en Asie et en Afrique, en particulier dans les zones de savanes sèches (Kasturiratne et al., 2008). Les statistiques sanitaires sur l'épidémiologie de la morsure des serpents dans ces pays sont souvent absentes ou défaillantes pour la simple raison que tous les patients n'ont pas accès aux soins de santé. Cependant, les statistiques disponibles font état de 1,2 à 5,5 millions de cas de morsures enregistrées annuellement entraînant la mort de 25 000 à 125 000 personnes (Kasturiratne et al., 2008). Le traitement antivenimeux, au-delà de son coût élevé, laisse parfois d'importantes séquelles sur les patients dues à des nécroses tissulaires induites par le traitement et pouvant entraîner une amputation des parties concernées (Chippaux, 1998 ; Kasturiratne et al., 2008 ; Upasani et al., 2017). Un autre problème est la difficulté d'identifier le serpent responsable de l'envenimation *a posteriori* et de traiter la morsure avec le sérum adéquat (quand il existe). De ce fait, la nécessité de trouver des solutions adéquates à la problématique des morsures de serpents a poussé les scientifiques à se pencher depuis quelques années sur l'utilisation des plantes médicinales. En effet, pour l'OMS, l'absence de service médical moderne contraint près de 80 % de la population mondiale à recourir quotidiennement aux plantes pour résoudre divers soucis de santé (Calixto, 2005). En outre, à l'instar des traitements antipaludéens, certaines plantes médicinales et des produits naturels à base de plantes possèdent des propriétés antivenimeuses testées en laboratoire et validées par des études ethnopharmacologiques (Soares et al., 2005 ; Dey & De, 2012).

C'est certainement ce qui justifie l'utilisation, par les sociétés traditionnelles, des plantes médicinales pour prévenir et guérir les morsures de serpents. À titre de mesures préventives, plusieurs espèces de plantes ayant un potentiel répulsif contre les serpents

sont utilisées dans les systèmes traditionnels de santé des pays en voie de développement (Ilondu & Lemy, 2017). Aussi, de nombreuses études ont-elles prouvé que certaines espèces végétales possèdent différents composés (acides, alcaloïdes, stéroïdes, enzymes, etc.) qui sont efficaces pour traiter les morsures de serpents en neutralisant différents enzymes et toxines dans les venins (Chatterjee et al., 2006 ; Mukherjee et al., 2008 ; Gomes et al., 2010). L'utilisation des plantes médicinales constitue une alternative prometteuse dans la gestion des morsures de serpents (Mansoor & Sanmugarajah, 2018). De ce fait, les plantes possédant une activité sérique anti-morsure et antivenin de serpents doivent être correctement identifiées, cultivées et faire l'objet d'un véritable programme de promotion et de vulgarisation scientifique de manière à ce qu'au moins un traitement de premiers soins puisse être fourni et ce, afin de réduire la mortalité par morsure de serpent.

Le présent travail se propose de faire une synthèse de l'état des connaissances sur les plantes anti-morsure et antivenin de serpent. Elle vise à constituer une base de données sur les espèces de plantes utilisées pour prévenir et guérir les morsures des serpents et déboucher sur les pistes futures de recherche pour une valorisation du potentiel qu'elles offrent pour la gestion des morsures de serpents.

2. MÉTHODOLOGIE

Pour assurer la fiabilité et l'exhaustivité de la recherche concernant les plantes utilisées pour prévenir et traiter les morsures de serpents, le moteur de recherche *Google Scholar* et la base d'informations scientifiques électroniques Agora ont été consultés. À partir de ces sources, des articles, des livres, des rapports et autres documents scientifiques sur l'ethnobotanique, l'ethnobiologie, la pharmacologie et l'ethnomédecine ont été téléchargés, consultés et examinés en ce qui concerne l'activité antivenimeuse des plantes médicinales.

La stratégie de recherche a utilisé les mots-clés de la façon la plus exhaustive possible afin de réunir le maximum de données nécessaires. Les mots-clés et/ou expressions tels que : « medicinal plants against snakebite » OR « venom » ; « snakebite AND plants » ; « snakebite AND ethnobotany » OR « snakebite AND ethnobiological study » OR « snakebite AND pharmacological study » OR « snakebite AND ethnomedicine » OR « snakebite AND indigenous AND West Africa » OR « snakebite AND Africa AND survey », « anti-snakebite AND plants », « anti-venom AND plants », « snake envenomation » OR « snakebite AND antitoxin » OR « snake AND antitoxins » OR « snake antidotes » OR « snake

venom neutralization » OR « snake venom inhibition » OR « snake toxins inhibition » OR « snake toxins neutralization », « snake repellents » OR « repellent AND anti-snakebite plants » et leurs correspondants en français ont été utilisés.

Un tri préliminaire sur 2105 documents préalablement téléchargés a été effectué pour en éliminer les doublons. Les titres et/ou les résumés des travaux ont été examinés pour éliminer ceux qui ne cadrent pas de façon précise avec l'objectif de notre étude. Ce tri a permis de retenir 245 publications pertinentes pour analyse approfondie et extraction des données ayant servi dans le cadre de cette revue. Les plantes médicinales signalées pour une activité antivenimeuse ont été consignées en enregistrant leur nom scientifique, leur famille, leur mode de préparation et d'administration, leurs lieux de présence géographique, les parties de la plante utilisées, les espèces de serpents pour lesquelles elles sont efficaces ainsi que les références des publications dans lesquelles elles sont mentionnées. Les plantes sélectionnées ont été regroupées en fonction de leurs propriétés et de leurs actions pharmacologiques spécifiques sur des composés de venins de serpents. Après que les données aient été extraites et recueillies dans un formulaire de collecte, le tableur Excel et le logiciel R (cran.r-project.org) ont servi à réaliser les différents graphes et/ou diagrammes. Cette revue a pris en compte tous les documents, articles, actes de conférence et chapitres de livres publiés jusqu'en décembre 2019.

3. LES SERPENTS DANS LE MONDE

Les serpents constituent un groupe taxonomique monophylétique de squamates apodes dont le venin de certains membres est potentiellement mortel pour l'homme. Les serpents venimeux sont principalement répartis dans deux familles et une sous-famille : les Elapidae (ex. cobras, bongares, mambas, serpents-corail, taïpans, serpents marins), les Viperidae (vipères et crotales) et les Atractaspidinae (ex. les vipères taupes ou fousseuses) qui présentent donc une importance clinique majeure (Warrell, 2012). Ces deux familles sont largement distribuées à travers le monde, surtout en Afrique, en Amérique, en Asie et en Australasie. Le venin des serpents est essentiellement constitué de toxines et d'enzymes (Chippeaux, 2006 ; Morand, 2010). Leurs manifestations cliniques sont, entre autres, l'hémorragie, les anomalies de la coagulation, les insuffisances rénales, la cardiotoxicité, les nécroses tissulaires locales et les œdèmes hémorragiques pulmonaires (Bhattacharjee & Bhattacharyya, 2013) (Tableau 1). Les manifestations générales des envenimations ophidiennes sont surtout déclenchées par les toxines à tropismes neurologique, musculaire

et/ou cardiaque. Suivant leurs cibles, les venins des serpents peuvent être :

- cytotoxiques (principalement chez les Viperidae), affectant et détruisant les cellules à proximité de la morsure. Responsables de vives douleurs, ils sont à l'origine de la destruction des tissus entraînant la nécrose ;
- neurotoxiques (principalement chez les Elapidae), affectant le système nerveux et conduisant au blocage de l'influx nerveux, c'est-à-dire une paralysie musculaire progressive qui conduit généralement au décès par arrêt du système respiratoire ;
- hémotoxiques (surtout chez les Viperidae). Ils sont précurseurs ou inhibiteurs du mécanisme de la coagulation sanguine. Ils sont à l'origine des modifications liées à la structure et à la constitution du sang, conduisant à la formation de caillots de sang ou de violentes hémorragies (Chippeaux, 2002 ; Chippeaux, 2006 ; Morand, 2010) ;
- cardiotoxiques (chez la petite famille africaine des Atractaspididae). Ils provoquent l'apparition d'extrasystoles pouvant mener exceptionnellement à un arrêt cardiaque ; quelques cas d'envenimations létales sont connus pour ce type de venin.

4. MORSURES DE SERPENTS DANS LE MONDE : INCIDENCES ET MORTALITÉ

Les pays au climat chaud ou tropical en voie de développement, où l'accès aux traitements modernes de santé est limité, abritent la majorité des serpents venimeux dans le monde (Upasani et al., 2017). Dans ce même contexte, il est à noter l'absence de programme de surveillance épidémiologique de morsure de serpents dans ces pays, ce qui rend difficile la disponibilité de statistiques et l'obtention de données précises et fiables sur les envenimations ophidiennes. Cependant, se basant sur une approche méthodologique et suivant les données recueillies, des essais d'estimation à l'échelle mondiale de l'incidence, de la morbidité et de la mortalité liées à l'envenimation par morsure de serpent ont été effectués par certains auteurs. Trois tentatives majeures ont été notées depuis les années 1950 (Tableau 2). Kasturiratne et al. (2008) estiment que 1 200 000 à 5 500 000 personnes sont mordues chaque année par des serpents. Bien que cela se produise également dans les pays développés et même hors des tropiques, plus de 95 % des cas de morsures de serpents surviennent dans des pays tropicaux et/ou en voie de développement (Chippeaux, 2017). Ces morsures entraînent chaque année environ 25 000 à 125 000 décès et 400 000 incapacités permanentes dues à des complications graves pouvant entraîner une amputation (Jäger, 2015 ; Upasani et al., 2017). La grande majorité de la charge estimée de morsures de

Tableau 1. Les principaux serpents vénéneux du monde et leurs manifestations cliniques (adapté de Bhattacharjee & Bhattacharyya, 2013) — *The main poisonous snakes in the world and their clinical manifestations (adapted from Bhattacharjee & Bhattacharyya, 2013).*

Famille	Espèce	Composés majeurs	Mécanismes d'action	Manifestations cliniques
Viperidae (venin riche en enzymes)	<i>Daboia russelli</i> <i>Echis</i> spp. <i>Hypnale hypnale</i> <i>Trimeresurus</i> sp. <i>Vipera</i> sp. <i>Macrovipera</i> sp. <i>Calloselasma</i> sp <i>Bitis</i> sp. <i>Bothrops</i> sp. <i>Crotalus</i> sp. <i>Agkistrodon</i> sp. <i>Lachesis</i> sp.	Phospholipase A ₂ (PLA ₂), les isoformes protéines libres Sérine protéase comme activateur des facteurs V et X Métalloprotéase hémorragique Hyaluronidases Nucléases, nucléotidases et phosphoestérases L-amino acid oxidase (LAAO) Désintégrines, lectines de type C, protéine de sécrétion riche en cystéine et facteur de croissance endothélial vasculaire (VEGF)	Hydrolyse les phospholipides membranaires de manière dépendante du Ca ₂ ⁺ et augmente la libération de protéines libres Affecte le système de coagulation sanguine de la victime Dégradation des protéines de la matrice extracellulaire et cytotoxicité sur les cellules endothéliales La dégradation de l'acide hyaluronique dans la matrice extracellulaire facilite la diffusion des toxines du site de la morsure dans la circulation Libération de purines, une multitoxine, au cours de l'envenimation par un serpent Génère du peroxyde d'hydrogène et affecte l'agrégation plaquettaire, l'induction de l'apoptose, les effets hémorragiques et la cytotoxicité Hémagglutination, agrégation plaquettaire et vasculogénèse	Hémorragie, anomalies de la coagulation, insuffisance rénale aiguë, cardiotoxicité, nécrose tissulaire locale, œdème hémorragique pulmonaire, insuffisance rénale
Elapidae (venin riche en toxines)	<i>Naja</i> sp. <i>Bungarus</i> sp. <i>Dendroaspis</i> sp. <i>Micrurus</i> sp. <i>Acanthophis</i> sp. <i>Micropechis</i> sp. <i>Pseudonaja</i> sp. <i>Oxyuranus</i> sp. <i>Notechis</i> sp. <i>Austrelaps</i> sp. <i>Hoplocephalus</i> sp.	Acétylcholinestérase (sauf les serpents mamba) Cardiotoxine PLA ₂ neurotoxique Neurotoxine pré ou post-synaptique Metalloprotéases Désintégrines, warfarines Phosphoestérase (faible quantité)	Épuisement du neurotransmetteur à partir des terminaisons nerveuses, dégénérescence des terminaisons nerveuses et des axones intramusculaires Dépolarisation et dégradation de la membrane plasmique des cellules du muscle squelettique Dégrade la phosphatidylcholine synaptosomale Blocage réversible de la transmission neurale par liaison compétitive aux récepteurs nicotinniques de l'acétylcholine (NACHR) Trouble de la coagulation dû à la dégradation du fibrinogène Affecte Na ⁺ , K ⁺ ATPase Libération de purines, une multitoxine	Problème neurologique et neuromusculaire, paralysie, insuffisance ventilatoire, diurèse et décès sur une courte période

Tableau 2. Les tentatives majeures d'estimation de l'incidence et de la mortalité par envenimation ophidienne dans le monde — *Major attempts to estimate the incidence and mortality of snakebite envenimation in the world.*

Référence	Nombre de morsures de serpent	Nombre d'envenimations	Nombre de morts
Swaroop & Grab, 1954	500 000	-	30 000-40 000
Chippaux, 1998	5 400 000	2 682 500	125 345
Kasturiratne et al., 2008	1 200 000-5 500 000	421 000-1 841 000	20 000-94 000

serpent (incidence, mortalité, complications) se trouve en Asie du Sud et du Sud-Est, en Afrique subsaharienne et en Amérique centrale et du Sud (Kasturiratne et al., 2008).

5. ENVENIMATION PAR LES SERPENTS : UNE MALADIE TROPICALE NÉGLIGÉE DANS LE MONDE

Malgré leur incidence élevée, la sévérité des tableaux cliniques, leurs conséquences désastreuses, leur impact sur la santé humaine et différents efforts consentis, les morsures de serpents demeurent largement négligées par les gouvernements, les autorités sanitaires nationales et internationales, les agences de financement, les sociétés pharmaceutiques, les organisations de patients et les groupes de défense de la santé, surtout dans les pays les plus touchés (Barma et al., 2014 ; Gutierrez et al., 2015). Or, les populations de ces zones ont généralement un faible accès aux services de santé et, par conséquent, un accès limité à un traitement spécifique (WHO, 2010). Cela conduit souvent à des traitements inadéquats laissant des séquelles physiques et/ou psychologiques permanentes sur les patients (WHO, 2010 ; Upasani et al., 2017). Les plaidoyers des organisations non gouvernementales internationales telles que Médecins Sans Frontières (MSF), *Health Action International* (HAI) et la *Global Snakebite Initiative* (GSI), ont permis la reconnaissance des morsures de serpents par l'organisation mondiale de la santé (OMS) dans la catégorie A des maladies tropicales négligées depuis le 9 juin 2017, alors qu'elles en avaient été retirées en 2013 (Chippaux, 2017). Ainsi, elles feront désormais l'objet d'une lutte pour réduire leur impact sur le bien-être et l'épanouissement des populations rurales du monde avec l'appui des ressources financières et politiques appropriées (Gutierrez et al., 2013).

6. TRAITEMENT MODERNE DES MORSURES DE SERPENTS : LES ANTIVENINS

Le traitement moderne des morsures de serpents se fait essentiellement au moyen d'une approche curative basée sur l'utilisation des antivenins. Un antivenin de serpents est toute substance ou composition biologique

utilisée pour neutraliser ou ralentir l'effet produit par la morsure de serpents (Kamal et al., 2015). Il est produit à partir de l'extraction du venin du serpent ; le venin est ensuite dilué et injecté dans un animal, le plus souvent un cheval. Le système immunitaire du sujet animal réagit et produit des anticorps contre la molécule active du venin qui peuvent être récoltés dans le sang de l'animal et utilisés pour traiter l'envenimation (Gutierrez et al., 2007 ; Sajon et al., 2017). Le premier sérum antivenimeux a été créé en 1895 par le médecin français Albert Calmette pour traiter la morsure du cobra indien (*Naja naja* L.) (Kamal et al., 2015). Pour l'heure, le sérum antivenimeux ou sérothérapie antivenimeuse (SAV) est le seul traitement reconnu et démontré efficace contre les envenimations de serpents (Gutierrez et al., 2007 ; Félix-Silva et al., 2017). En fonction du nombre d'espèces de serpents sur lesquels il peut agir, le sérum antivenimeux peut être monovalent (lorsqu'il est efficace contre le venin d'une espèce donnée) ou polyvalent (quand il est efficace contre plusieurs espèces différentes en même temps) (Kamal et al., 2015). Toutefois, le venin de chaque espèce présente une composition biochimique propre qui s'exprime autant par son action pharmacologique que par ses propriétés antigéniques, c'est-à-dire sa capacité à induire les mécanismes de défense chez l'animal mordu (Warrell, 2012). *De facto*, le sérum antivenimeux doit être adapté à l'espèce venimeuse responsable de la morsure. La connaissance d'une espèce particulière ou d'une de ses populations précises peut donc contribuer à prévoir l'évolution de l'empoisonnement, le sérum le plus approprié et ainsi réduire les risques de complications. Cependant, l'identification du serpent n'étant pas souvent possible par le médecin traitant, la production d'un antivenin polyvalent est préférable bien que l'antivenin monovalent ait souvent été considéré comme plus efficace (Alirol et al., 2010).

Malgré son efficacité, la sérothérapie positive présente certaines limites liées à sa conservation, sa capacité à traiter les effets secondaires de la morsure, le coût élevé du traitement et l'accès difficile dans certaines régions, notamment en Afrique et en Asie (Leon et al., 2013). Les effets découlant de la morsure des serpents (hémorragies localisées, douleur intense, nécrose) entraînent parfois de graves complications ou séquelles permanentes sur les victimes (Upasani et al., 2017). De plus, malgré les efforts de l'OMS, la

disponibilité et l'accessibilité de la thérapie positive dans les pays en développement, où se produisent plus de 90 % des envenimations, restent très insuffisantes, particulièrement en Afrique (Kasturiratne et al., 2008 ; Gutierrez et al., 2015). Dans la recherche de thérapies complémentaires pour traiter les morsures de serpent, les communautés locales du monde entier, qui ont un accès limité aux services de santé, utilisent des extraits naturels à partir de parties de plantes médicinales afin de traiter ou de réduire au minimum les effets de la morsure de serpents (Guimaraes et al., 2014).

7. SYSTÈME TRADITIONNEL DE GESTION DES MORSURES DE SERPENTS

Dans les pays en voie de développement où la médecine moderne est quasi inexistante, couteuse ou défaillante, le traitement à base des plantes est l'alternative la plus accessible (Muhammad & Awaisu, 2008). À ce titre, la gestion traditionnelle des morsures de serpents intègre des solutions préventives (utilisation de plantes répulsives contre les serpents) et curatives (utilisation de plantes antivenin).

7.1. Plantes répulsives

Depuis des générations, à titre de mesures de protection, diverses plantes à activités répulsives pour les serpents sont utilisées dans les fermes et les zones rurales. Il résulte de nombreuses études ethnobotaniques ou ethnopharmacologiques que certaines plantes ou extraits de plantes se sont révélés très efficaces pour éloigner les serpents (Renapurkar et al., 1991 ; Larry & John, 2002). Ces plantes ont pour la plupart de fortes odeurs, des capacités irritantes qui gênent et désorientent les serpents (Ilondu & Lemy, 2017).

Les espèces de plantes médicinales à activité répulsive ou anti-morsure de serpents sont retrouvées à travers le monde, en particulier dans les zones tropicales de l'Afrique et de l'Asie (**Figure 1, Figure 2a**). Au total, 66 espèces de plantes de différentes régions du monde appartenant à 31 familles ont été recensées à travers cette revue comme ayant une activité anti-morsure ou répulsive pour les serpents. Les familles de plantes les plus représentées sont les Apocynaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Rubiaceae avec chacune cinq espèces (8 %) (**Figure 2b**). L'**annexe 1** de cet article résume leur nom botanique, leur famille, leur mode

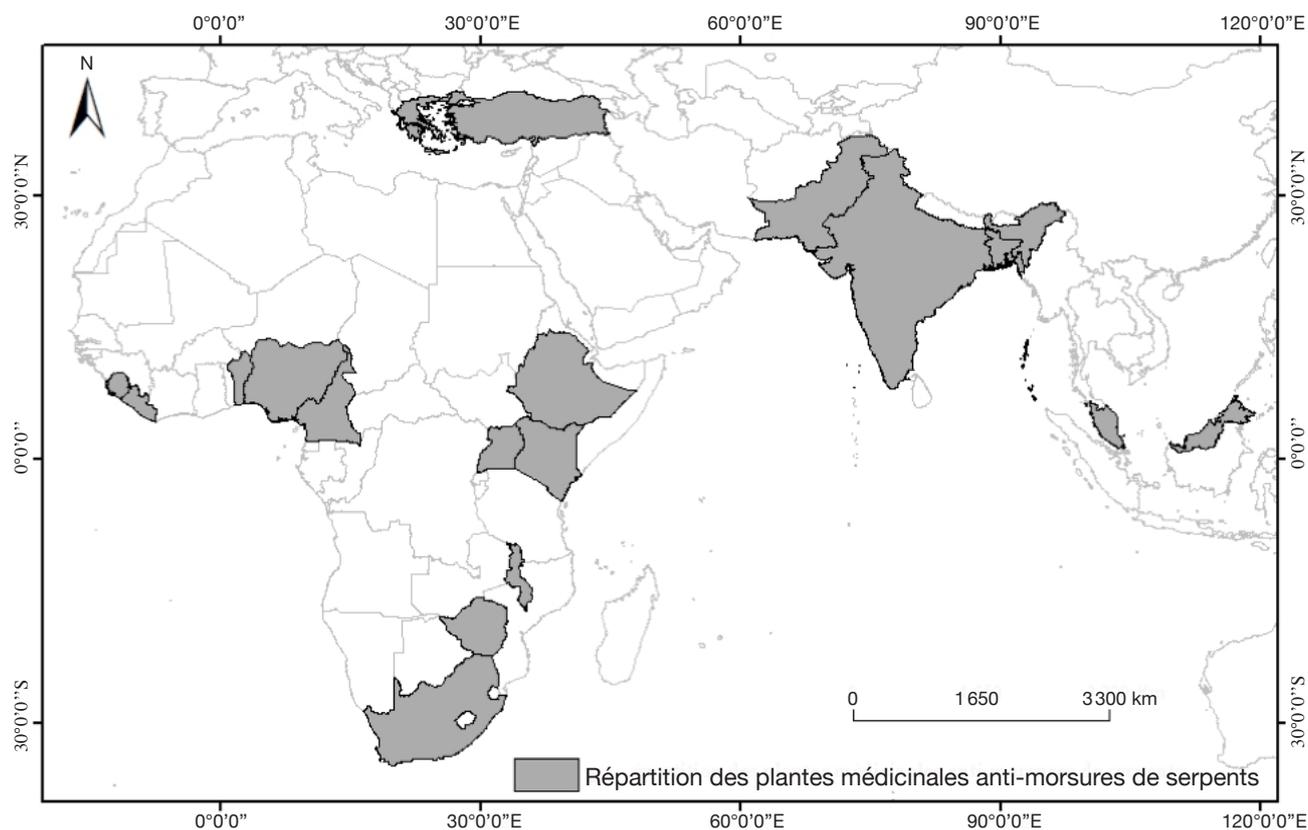


Figure 1. Distribution des plantes anti-morsures ou répulsives de serpents : carte mettant en exergue les pays dans lesquels ces plantes ont été mentionnées par la littérature scientifique — *Distribution of anti-snakebite or snake repellent plants: map highlighting the countries in which these plants were mentioned in the scientific literature.*

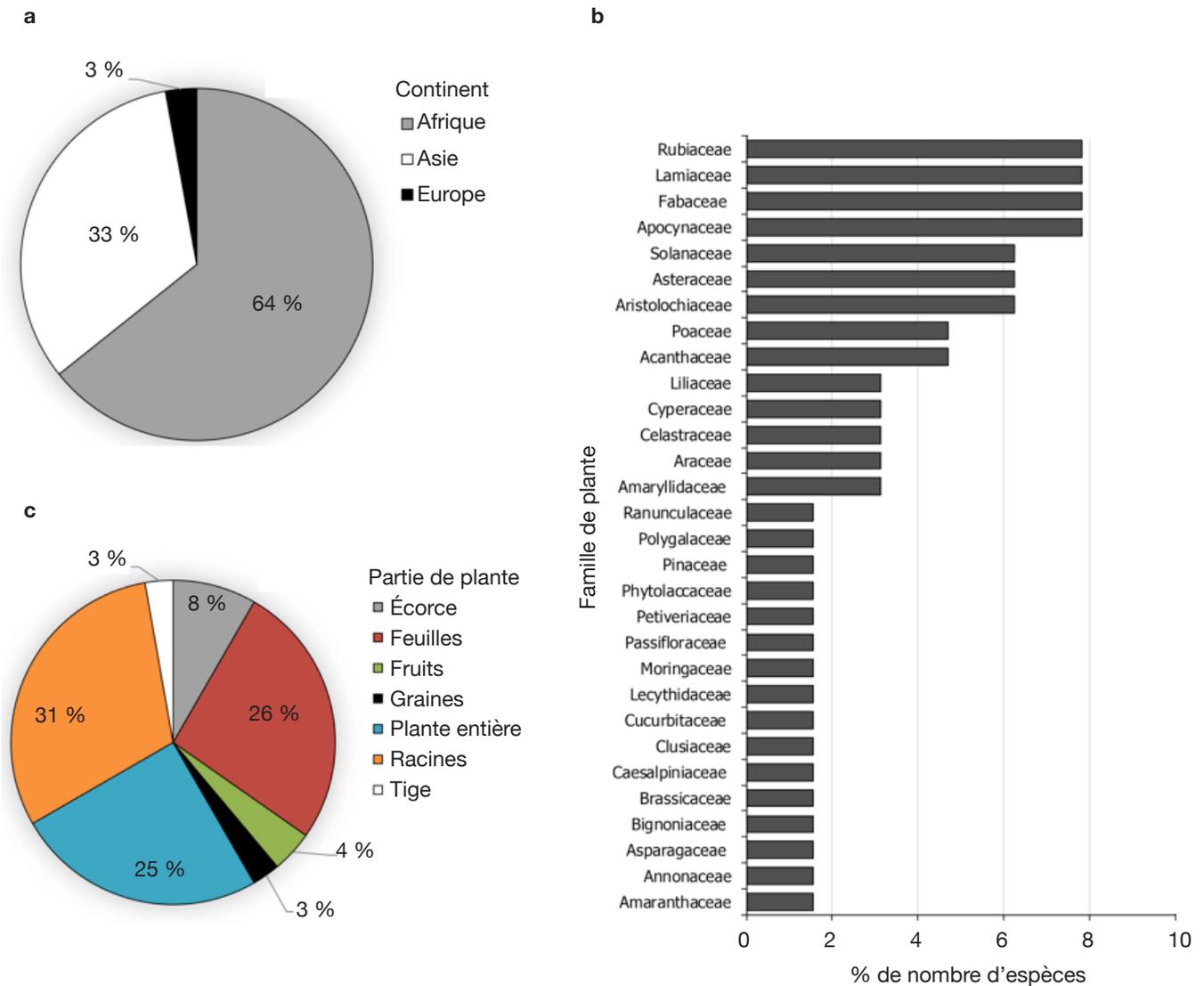


Figure 2. Représentation des plantes anti-morsures de serpents suivant leur localisation, famille et organes utilisés — *Representation of anti-snakebite plants according to their location, family and used organs.*

a. proportion de plantes anti-morsures de serpents répertoriées par continent — *proportion of anti-snakebite plants listed by continent* ; **b.** principales familles des plantes anti-morsures de serpents — *main families of anti-snakebite plants* ; **c.** organes des plantes anti-morsures de serpents utilisés — *organs of anti-snakebite plants used.*

d'administration, les lieux géographiques et les parties utilisées. Les racines et les feuilles sont les parties de la plante les plus utilisées (**Figure 2c**) en décoction ou infusion et en dispersion autour des concessions. Toutefois, dans la plupart des études, les informations concernant le mode d'administration sont manquantes, ce qui rend impossible la reproduction de ces thérapies. La plante entière est cultivée autour des concessions et champs afin de repousser les serpents par sa forte odeur. Les informations disponibles suggèrent que l'association des racines d'*Annona stenophylla* Engl. & Diels et *Securidaca longipedunculata* Fresen. ou d'*Annona senegalensis* Pers., *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf et *S. longipedunculata* mélangées et

aspergées autour des concessions est très efficace pour repousser les serpents (Adjanohoun et al., 1989 ; Maroyi, 2011).

7.2. Plantes médicinales pour le traitement des morsures de serpents

Les plantes médicinales constituent une composante fondamentale, la plus disponible et facilement accessible des systèmes de santé des communautés locales pour traiter une gamme variée de maladies, notamment des envenimations d'origine animale (Soares et al., 2005). Ces plantes constituent une riche source d'inhibiteurs naturels et de composés

pharmacologiquement actifs (Amui et al., 2011). Un grand nombre d'études ethnobotaniques ont rapporté les propriétés neutralisantes de venins de serpents de plusieurs plantes médicinales (Gomes et al., 2010 ; Felix-Silva et al., 2017).

La recherche documentaire effectuée ici montre une large distribution des plantes antivenin de serpents dans le monde (**Figure 3**) avec un nombre d'espèces plus important respectivement dans les pays tropicaux et subtropicaux en Asie, en Amérique et en Afrique (**Figure 4a**). Cela pourrait être dû non seulement au besoin de traitement traditionnel à cause du cout élevé de la médecine moderne, mais aussi à la richesse de la flore de ces pays (Felix-Silva et al., 2017). Au total, 1127 espèces de plantes antivenin réparties dans 176 familles ont été recensées à travers cette revue (**Annexe 2**). Parmi les 176 familles recensées, les Fabaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Apocynaceae, Lamiaceae, Araceae, Malvaceae, Acanthaceae ont été les plus citées. Felix-Silva et al. (2017) avaient trouvé des résultats similaires avec 150 familles recensées. Par contre, Molander et al. (2012), dans une étude de comparaison interculturelle de la flore médicinale contre les morsures de serpents, avaient également mentionné les Zingiberaceae comme famille représentative. La combinaison de certaines plantes assurerait davantage leur efficacité contre les venins de serpents (**Tableau 3**). Dans les traitements

antivenin, les feuilles et les racines sont les parties les plus utilisées, soit en application locale, soit par voie orale (**Figure 4b**).

Un certain nombre de ces plantes ont fait l'objet d'études de laboratoire pour confirmer les propriétés qui leur sont attribuées par les communautés locales. Il a été mis en évidence que certaines de ces plantes produisent parfois des précurseurs de composés efficaces contre l'envenimation de serpents comme les tanins, alcaloïdes, acides, xanthènes quinoïdoïdes, glycoprotéines, phénols, stéroïdes, glycosides, enzymes, peptides, pigments, ptérocarpanes, terénoïdes qui neutralisent différentes enzymes et toxines dans les venins (Gomes et al., 2010 ; Barma et al., 2014). Un résumé des plantes actives contre les manifestations des venins spécifiques de certains serpents est présenté dans l'**annexe 3**. La famille des Fabaceae est celle contenant le plus grand nombre de ces plantes avec 3 à 12 fois plus d'espèces actives que les autres familles.

8. LACUNES ET PERSPECTIVES

Les plantes médicinales ont l'avantage d'être assez disponibles, facilement accessibles à moindre cout et capables de neutraliser une gamme variée de composants venimeux grâce à la synergie de la multitude des composés qu'elles renferment (Gomes

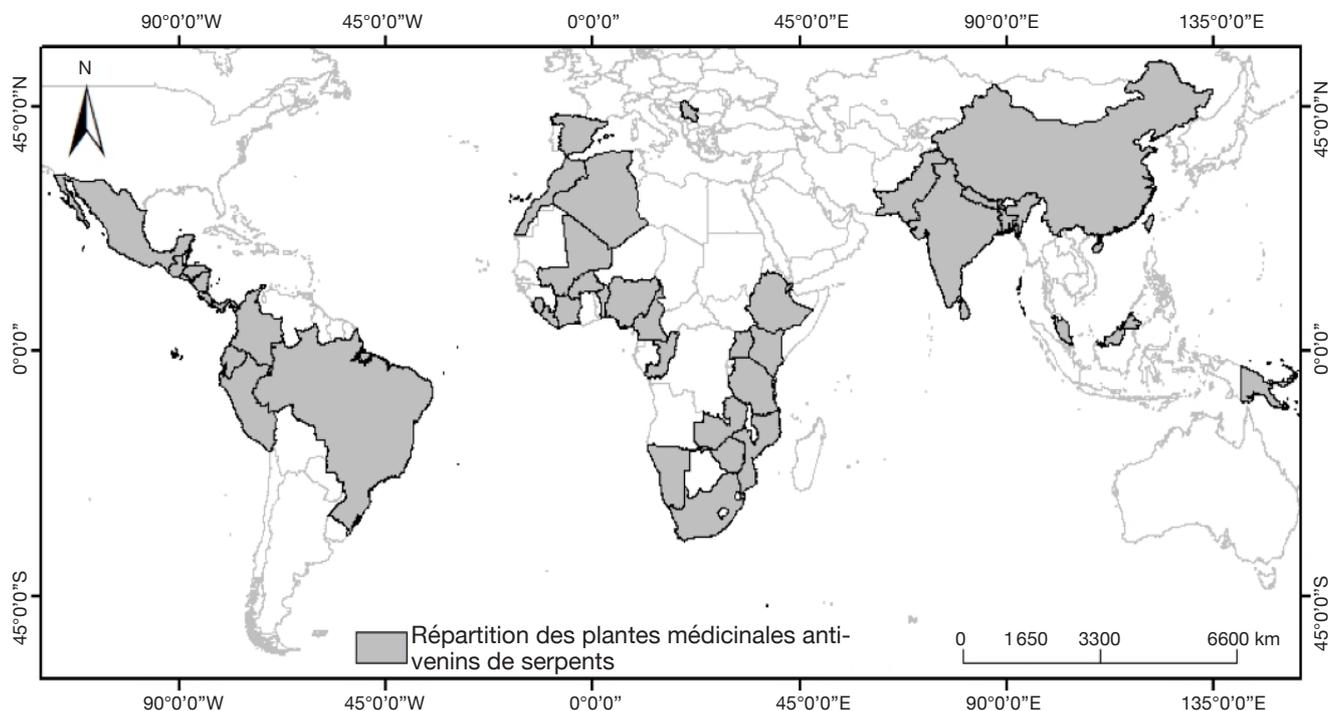


Figure 3. Distribution des plantes anti-venin de serpents à travers le monde : carte montrant les pays dans lesquels les études ont mentionné l'activité anti-venin de ces plantes — *Distribution of snake anti-venom plants around the world: map showing the countries in which studies have reported the anti-venom activity of these plants.*

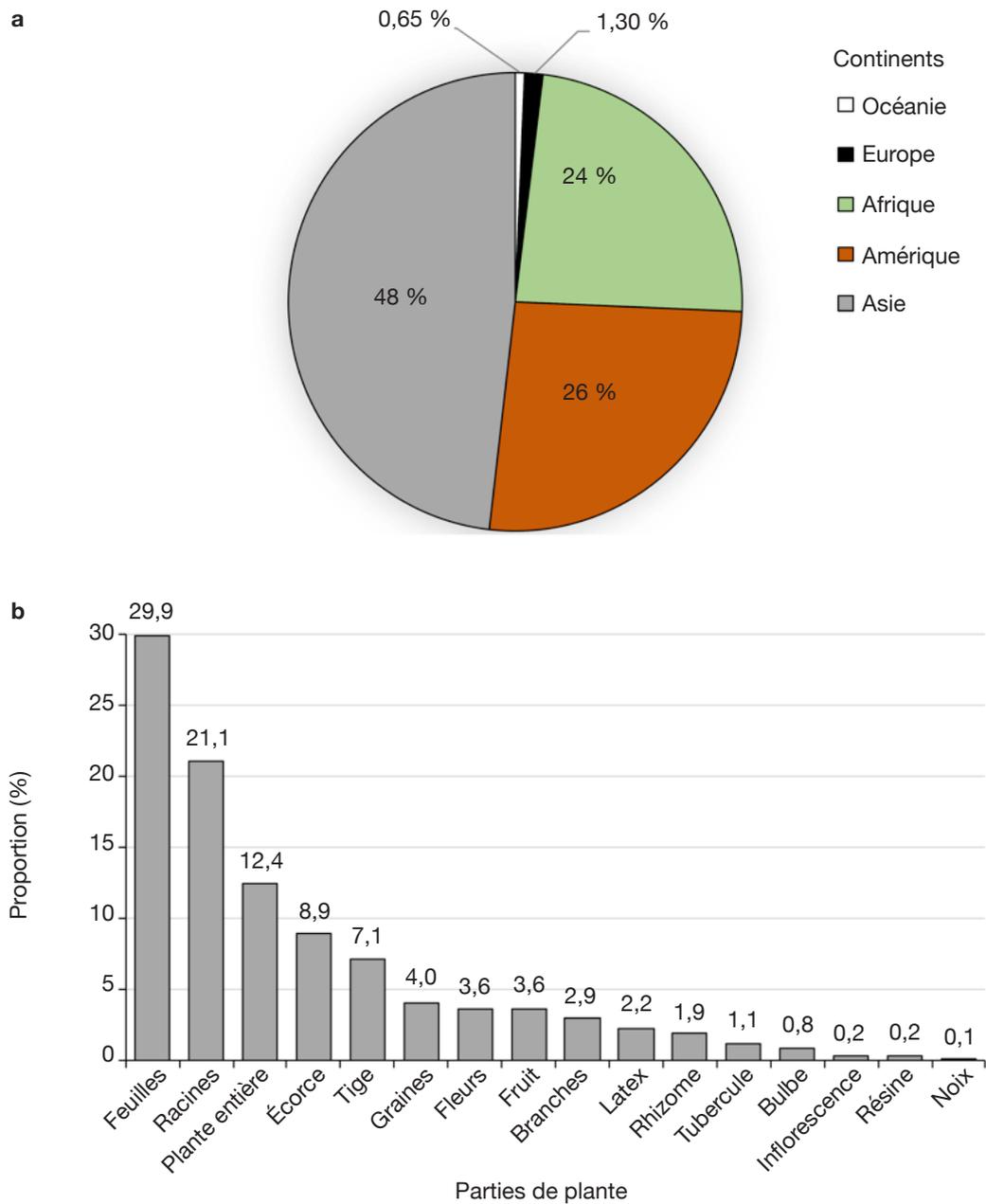


Figure 4. Représentation des plantes anti-venin de serpents suivant leur localisation et organes utilisés — *Representation of anti-snake venom plants according to their location and used organs.*

a. proportion de plantes anti-venin de serpents répertoriées par continent — *proportion of anti-snake venom plants listed by continent* ;
b. les organes des plantes anti-venin de serpents utilisés — *organs of anti-snake venom plants used.*

et al., 2010). Les plantes utilisées pour prévenir et guérir les morsures de serpents ont fait l'objet d'intérêt scientifique à travers le monde ces dernières années (Felix-Silva et al., 2017 ; Ilondu & Lemy, 2017). Cependant, il ressort d'une part de cette revue que cette problématique a fait l'objet d'une plus grande attention des scientifiques en Asie et en Amérique et bien moins en Afrique. En effet, l'efficacité de la grande majorité des plantes utilisées sur ce continent n'a pas fait l'objet d'évaluation scientifique. Or,

l'Afrique abrite une part importante de la biodiversité mondiale avec la présence de la forêt ombrophile guinéo-congolaise et des écosystèmes arides où l'on pourrait s'attendre à des serpents ayant de plus grandes réserves de venins ou des venins plus agressifs et plus efficaces du fait de la rareté des occasions de prédation (Healy et al., 2019). D'où un besoin potentiellement élevé en plantes anti-morsures et antivenin de serpents. La richesse ethnobotanique du continent africain peut constituer une source importante de plantes

Tableau 3. Associations référencées de plantes efficaces pour traiter la morsure de serpents — *Referenced plant combination effective against snakebite.*

Nom scientifique de la plante principale	Plantes associées	Pays	Parties utilisées	Référence
<i>Aformosia laxiflora</i> (Baker) Harms	<i>Securidaca longipedunculata</i> Fresen.	Mali	Écorce + feuilles + écorce	Ababacar et al., 2005
<i>Euclea racemosa</i> subsp. <i>schimperii</i> (A.DC.) F.White	<i>Aloe</i> sp.	Éthiopie	ND	Belayneh & Bussa, 2014
<i>Securidaca longipedunculata</i> Fresen.	<i>Trichilia emetica</i> Vahl, <i>Pteleopsis suberosa</i> Engl. & Diels	Bénin	Racines + racines+ racines	Noudèkè et al., 2017
<i>Securidaca longipedunculata</i> Fresen.	<i>Vitellaria paradoxa</i> C.F.Gaertn.	Bénin	Racines + racines	Noudèkè et al., 2017
<i>Trichilia emetica</i> Vahl	<i>Securidaca longipedunculata</i> Fresen., <i>Aframomum melegueta</i> K.Schum.	Bénin	Racines	Noudèkè et al., 2017
<i>Vitellaria paradoxa</i> C.F.Gaertn.	<i>Securidaca longipedunculata</i> Fresen., <i>Trichilia emetica</i> Vahl	Bénin	Racines + racines + racines	Noudèkè et al., 2017
<i>Vitellaria paradoxa</i> C.F.Gaertn.	<i>Trichilia emetica</i> Vahl	Bénin	Racines + racines	Noudèkè et al., 2017
<i>Vitellaria paradoxa</i> C.F.Gaertn.	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam., <i>Momordica cylindrica</i> L.	Bénin	Écorce + racines + feuilles ou fruits	Noudèkè et al., 2017
<i>Vitellaria paradoxa</i> C.F.Gaertn.	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam., <i>Acacia hockii</i> De Wild.	Bénin	Écorce + racines + feuilles	Noudèkè et al., 2017
<i>Dichrostachys glomerata</i> (Forssk.) Chiov.	<i>Cnestis ferruginea</i> Vahl ex DC.			Neuwinger, 1996
<i>Rauwolfia vomitoria</i> Afzel.	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Kenya	Racines	Owuor et al., 2005
<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	<i>Zanthoxylum chalybeum</i> Engl.	Kenya	Feuilles	Owuor et al., 2005
<i>Lepidagathis anobrya</i> Nees	<i>Securidaca longipedunculata</i> Fresen.	Bénin	Racines	Adjanooun et al., 1989
<i>Lansea acida</i> A.Rich.	<i>Entada africana</i> Guill. & Perr.	Bénin	Racines	Adjanooun et al., 1989
<i>Steganotaenia araliacea</i> Hochst.	<i>Acacia sieberiana</i> DC., <i>Piliostigma thonningii</i> (Schum.) Milne-Redh., <i>Combretum ghasalense</i> Engl. & Diels, <i>Ostryoderris stuhlmannii</i> (Taub.) Harms	Bénin	Feuilles	Adjanooun et al., 1989
<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham.	<i>Annona senegalensis</i> Pers., <i>Trichilia emetica</i> Vahl	Bénin	Racines	Adjanooun et al., 1989
<i>Piliostigma thonningii</i> (Schum.) Milne-Redh.	<i>Trichilia emetica</i> Vahl, <i>Annona senegalensis</i> Pers., <i>Pavetta crassipes</i> K.Schum., <i>Khaya senegalensis</i> (Desv.) A.Juss., <i>Daniellia oliveri</i> (Rolfe) Hutch. & Dalziel	Bénin	Feuilles	Adjanooun et al., 1989

/..

Tableau 3 (suite). Associations référencées de plantes efficaces pour traiter la morsure de serpents — *Referenced plant combination effective against snakebite.*

Nom scientifique de la plante principale	Plantes associées	Pays	Parties utilisées	Référence
<i>Maytenus senegalensis</i> (Lam.) Exell	<i>Uvaria chamae</i> P.Beauv., <i>Acacia sieberiana</i> DC.	Bénin	Tige	Adjanoahou et al., 1989
<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	<i>Swartzia madagascariensis</i> Desv.	Bénin	Feuilles	Adjanoahou et al., 1989
<i>Entada africana</i> Guill. & Perr.	<i>Lannea acida</i> A.Rich.	Bénin	Racines, tige	Adjanoahou et al., 1989
<i>Erythrina senegalensis</i> DC.	<i>Vernonia colorata</i> (Willd.) Drake	Bénin	Écorce, feuilles	Adjanoahou et al., 1989
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	<i>Securidaca longipedunculata</i> Fresen.	Bénin	Feuilles, racines	Adjanoahou et al., 1989
<i>Feretia apodanthera</i> Delile	<i>Acacia polyacantha</i> Willd.	Bénin	Écorce, racines	Adjanoahou et al., 1989
<i>Pavetta crassipes</i> K.Schum.	<i>Monodora myristica</i> (Gaertn.) Dunal, <i>Aframomum megeeta</i> K.Schum., <i>Xylopia aethiopica</i> (Dunal) A.Rich., <i>Piper guineense</i> Schumach. & Thonn., <i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult.	Bénin	Racines, graines, fruits, feuilles	Adjanoahou et al., 1989
<i>Tacca leontopetaloides</i> (L.) Kuntze	<i>Byrsocarpus coccineus</i> Schumach. & Thonn., <i>Aframomum melegueta</i> K.Schum.	Bénin	Rhizome, écorce, graines	Adjanoahou et al., 1989
<i>Vitex simplicifolia</i> C.B.Clarke	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Bénin	Feuilles, Racines	Adjanoahou et al., 1989
<i>Sterculia setigera</i> Delile	<i>Xylopia aethiopica</i> (Dunal) A.Rich.	Bénin	Racines	Adjanoahou et al., 1989
<i>Strophanthus sarmentosus</i> DC.	<i>Gardenia ternifolia</i> Schumach. & Thonn., <i>Spondias mombin</i> L., <i>Securidaca longipedunculata</i> Fresen., <i>Maytenus senegalensis</i> (Lam.) Exell	Bénin	Feuilles, tige	Adjanoahou et al., 1989
<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	<i>Trichilia emetica</i> Vahl	Bénin	Racines	Adjanoahou et al., 1989
<i>Swartzia madagascariensis</i> Desv.	<i>Securidaca longipedunculata</i> Fresen., <i>Trichilia emetica</i> Vahl, <i>Ostryoderris stuhlmannii</i> (Taub.) Harms, <i>Afromosia laxiflora</i> (Baker) Harms, <i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth., <i>Strophanthus sarmentosus</i> DC., <i>Ricinus communis</i> L.	Bénin	Feuilles	Adjanoahou et al., 1989

pouvant être exploitées dans la gestion des morsures de serpents. Riche en ressources végétales et en espèces forestières autochtones diversifiées, l'Afrique constitue un excellent terrain d'expérimentation en vue de l'élaboration de nouveaux remèdes à base des plantes. Il serait donc intéressant, à l'instar des pays d'Asie et d'Amérique, que les pays africains travaillent à la documentation, la production, l'évaluation scientifique et l'utilisation durable de la flore médicinale antivenin et anti-morsure de serpents. La propagation de ces connaissances contribuera au mieux au bien-être des populations surtout rurales.

D'autre part, à travers cet essai de revue systématique, une multitude de travaux ethnobotaniques ont permis de dresser une liste de plantes utilisées pour prévenir et guérir les morsures de serpents avec leurs préparations associées dans diverses communautés. Cela constitue un pas vers la recherche de principes actifs en vue de la mise au point de nouveaux médicaments ou sérums antivenimeux. Cependant, il faut constater que la plupart des recherches sur les connaissances traditionnelles des peuples manquent souvent de cadres théoriques clairs (Albuquerque & Hanazaki, 2009 ; Albuquerque & Hurrell, 2010 ; Alves & Albuquerque, 2010 ; Gaoué et al., 2017). Dans le cadre des recherches relatives aux connaissances traditionnelles sur l'envenimation, un bon cadrage théorique rendrait reproductibles et convainquants la méthodologie et les résultats des investigations, mais surtout faciliterait les méta-analyses des études, les bioprospections futures et le criblage des espèces pour l'identification de substances actives efficaces comme anti-morsure ou antivenin de serpents (Moerman et al., 1999).

Aussi, l'énumération des plantes utilisées pour prévenir et guérir les morsures de serpents à travers les études ethnobotaniques n'implique pas forcément leur efficacité, mais constitue une bonne base pour des études phytochimiques et pharmacologiques futures. L'évaluation phytochimique de bon nombre de ces espèces a montré leur potentiel inhibiteur contre les activités des hyaluronidases, myotoxiques, protéolytiques, phospholipases, hémorragiques, etc. Les plantes médicinales à activité antiophidique pharmacologiquement confirmée pourraient alors être une alternative pour traiter les morsures de serpent (Gomes et al., 2010 ; Kamal et al., 2015 ; Félix-Silva et al., 2017). Une combinaison des extraits de plantes médicinales à activité antiophidique avec du sérum antivenin peut également être une bonne perspective pour éviter ou amoindrir les effets secondaires de la sérothérapie antivenimeuse tout en maintenant son efficacité pour neutraliser le venin de serpent (Kamal et al., 2015). Il serait donc judicieux de compléter les études ethnobotaniques par des études pharmacologiques et phytochimiques.

Par ailleurs, de nombreuses espèces de plantes possèdent des composés bioactifs qui sont des antivenins efficaces. Ces composés peuvent toutefois avoir des effets secondaires. À titre illustratif, de nombreuses espèces appartenant au genre *Aristolochia* L. comportent de l'acide aristolochique, un antivenin réputé et un immunostimulant. Cependant, l'acide aristolochique est également très toxique. C'est le cas de plusieurs autres espèces ; leur utilisation doit donc faire l'objet de grandes réserves. Ainsi, l'étude pharmacologique des extraits de plantes est importante afin de fournir des indications sur leurs propriétés thérapeutiques et toxiques, le mode d'emploi, le dosage ou encore le mode de préparation de ces plantes. Ces études assureront une utilisation efficace et efficiente des plantes médicinales.

Enfin, l'analyse des **figures 2c** et **4b** suggère que les racines et les feuilles sont les parties de plantes subissant le plus les pressions de prélèvement aussi bien pour la prévention que pour le traitement traditionnel des morsures de serpents. Le prélèvement des racines pouvant être préjudiciable à la survie des espèces ciblées, des analyses comparatives de la composition chimique de leurs feuilles et de leurs racines pourraient permettre de réduire la pression sur les racines dans le cadre d'une utilisation durable de ces plantes.

9. CONCLUSIONS

Cette revue a permis de générer une synthèse quantitative et qualitative de l'état des connaissances sur les morsures de serpent, les plantes anti-morsure et antivenin, et de déboucher sur des perspectives d'investigations scientifiques. En somme, les connaissances traditionnelles doivent être documentées, testées scientifiquement et diffusées afin de contribuer à la réduction de la mortalité par morsure de serpent. Au-delà de la capacité avérée de certaines plantes à inhiber l'action de certains venins de serpents, des investigations approfondies doivent être conduites sur la chimie, le criblage des plantes pour leurs activités biologiques ou la détection de composés utiles, les formules ethnopharmacologiques et la pharmacologie des espèces concernées afin d'établir une base scientifique de leur utilisation durable et administration sous forme de remède dans la gestion des morsures de serpent.

Bibliographie

- Adjanohoun E. et al., 1989. *Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République Populaire du Bénin*. Paris : ACCT.
- Albuquerque U.P. & Hanazaki N., 2009. Five problems in current ethnobotanical research and some

- suggestions for strengthening them. *Hum. Ecol. Interdiscip. J.*, **37**, 653-661, doi.org/10.1007/s10745-009-9259-9
- Albuquerque U.P. & Hurrell J.A., 2010. Ethnobotany: one concept and many interpretations. In: Albuquerque U.P. & Hanazaki N., eds. *Recent developments and case studies in ethnobotany*. Recife, Brasil: Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia/NUPEEA, 87-99.
- Alirol E. et al., 2010. Snake bite in South Asia: a review. *PLOS Negl. Trop. Dis.*, **4**(1), e603, doi.org/10.1371/journal.pntd.0000603
- Alves A.G.C. & Albuquerque U.P., 2010. Ethno what? Terminological problems in ethnoscience with a special emphasis on the Brazilian context. In: Albuquerque U.P. & Hanazaki N., eds. *Recent developments and case studies in ethnobotany*. Recife, Brasil: Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia/NUPEEA, 67-79.
- Amui S.-F., Puga R.D., Soares A.M. & Giuliatti S., 2011. Plant-antivenom: database of anti-venom medicinal plants. *Electron. J. Biotechnol.*, **14**(1), doi.org/10.2225/vol14-issue1-fulltext-1
- Barma A.D., Mohanty P.J. & Bhuyan R.N., 2014. A review on anti-venom activity of some medicinal plants. *Int. J. Pharm. Sci. Res.*, **5**(5), 1612-1615.
- Bhattacharjee P. & Bhattacharyya D., 2013. Characterization of the aqueous extract of the root of *Aristolochia indica*: evaluation of its traditional use as an antidote for snake bites. *J. Ethnopharmacol.*, **145**(1), 220-226, doi.org/10.1016/j.jep.2012.10.056
- Calixto J.B., 2005. Twenty five years of research on medicinal plants in Latin America: a personal review. *J. Ethnopharmacol.*, **100**, 131-134, doi.org/10.1016/j.jep.2005.06.004
- Chatterjee I., Chakravarty A.K. & Gomes A., 2006. *Daboia russellii* and *Naja kaouthia* venom neutralization by lupeol acetate isolated from the root extract of Indian sarsaparilla *Hemidesmus indicus*. R.Br. *J. Ethnopharmacol.*, **106**(1), 38-43, doi.org/10.1016/j.jep.2005.11.031
- Chippaux J.P., 1998. Snake-bites: appraisal of a global situation. *Bull. WHO*, **76**(5), 515-524.
- Chippaux J.P., 2002. Épidémiologie des morsures de serpent au Bénin. *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, **95**, 172-174.
- Chippeaux J.P., 2006. *Les serpents d'Afrique occidentale et centrale*. Paris : IRD Éditions.
- Chippaux J.P., 2017. Snakebite envenomation turns again into a neglected tropical disease! *J. Venomous Anim. Toxins Incl. Trop. Dis.*, **23**(38), 1-2, doi.org/10.1186/s40409-017-0127-6
- Dey A. & De J.N., 2012. Traditional use of plants against snakebite in Indian subcontinent: a review of the recent literature. *Afr. J. Traditional Complementary Altern. Med.*, **9**(1), 153-174, doi.org/10.4314/ajtcam.v9i1.20
- Félix-Silva J. et al., 2017. Medicinal plants for the treatment of local tissue damage induced by snake venoms: an overview from traditional use to pharmacological evidence. *Evidence-Based Complementary Altern. Med.*, **2017**, 1-52, doi.org/10.1155/2017/5748256
- Gaoue O.G. et al., 2017. Theories and major hypotheses in ethnobotany. *Econ. Bot.*, **71**, 269-287, doi.org/10.1007/s12231-017-9389-8
- Gomes A. et al., 2010. Herbs and herbal constituents; activity against snake bite. *Indian J. Exp. Biol.*, **48**, 865-878.
- Guimarães C.L.S. et al., 2014. Biodiversity as a source of bioactive compounds against snakebites. *Curr. Med. Chem.*, **21**(25), 2952-2979, doi: 10.2174/09298673113206660295
- Gutierrez J.M. et al., 2007. Trends in snakebite envenomation therapy: scientific, technological and public health considerations. *Curr. Pharm. Des.*, **13**, 2935-2950, doi.org/10.2174/138161207782023784
- Gutierrez J.M. et al., 2013. The need for full integration of snakebite envenoming within a global strategy to combat the neglected tropical diseases: the way forward. *PLOS Negl. Trop. Dis.*, **7**(6), 1-3, doi.org/10.1371/journal.pntd.0002162
- Gutiérrez J.M. et al., 2015. A call for incorporating social research in the global struggle against snakebite. *PLOS Negl. Trop. Dis.*, **9**(9), 1-4, doi.org/10.1371/journal.pntd.0003960
- Healy K., Carbone C. & Jackson A.L., 2019. Snake venom potency and yield are associated with prey-evolution, predator metabolism and habitat structure. *Ecol. Lett.*, **22**(3), 527-537, doi.org/10.1111/ele.13216
- Ilondu E.M. & Lemy E.E., 2017. Studies on the diversity of snake repellent plants within some communities in delta state, Nigeria. *IJPAES*, **8**(1), 16-24.
- Jäger A.K., 2015. Plant-based treatment of snakebites. *Indian J. Traditional Knowl.*, **14**(4), 571-573.
- Kamal R.K. et al., 2015. Snake bite, venom, anti-venom production and anti-venom activity of medicinal plants: a review. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.*, **30**(1), 227-234.
- Kasturiratne A.W., Gunawardena N.K., Pathmeswaran A. & Premaratna R., 2008. The global burden of snakebite: a literature analysis and modelling based on regional estimates of envenoming and deaths. *PLoS Med.*, **5**(11), e218, doi.org/10.1371/journal.pmed.0050218
- Larry C. & John S., 2002. Aerosolized essential oils and individual natural product compounds as brown tree snake repellents. *Pest Manage. Sci.*, **58**, 775-783, doi.org/10.1002/ps.525
- Leon G. et al., 2013. Pathogenic mechanisms underlying adverse reactions induced by intravenous administration of snake antivenoms. *Toxicon*, **76**, 63-76, doi.org/10.1016/j.toxicon.2013.09.010
- Mansoor N.R. & Sanmugarajah V., 2018. Literature review on medicinal plants that are being used in traditional medicine for the management of the snake bites in Sri Lanka. *Asian Plant Res. J.*, **1**(1), 1-18, doi.org/10.9734/aprj/2018/v1i1576

- Maroyi A., 2011. An ethnobotanical study of medicinal plants used by people in Nhema communal area, Zimbabwe. *J. Ethnopharmacol.*, **136**, 347-354, doi.org/10.1016/j.jep.2011.05.003
- Moerman D.E., Pemberton R.W. & Kiefer D., 1999. A comparative analysis of five medicinal floras. *J. Ethnobiol.*, **19**(1), 49-67.
- Molander M. et al., 2012. Cross-cultural comparison of medicinal floras used against snakebites. *J. Ethnopharmacol.*, **139**(3), 863-872, doi.org/10.1016/j.jep.2011.12.032
- Morand J.J., 2010. Les envenimations et morsures animales. *EMC Dermatol.*, **5**(3), 1-15, doi.org/10.1016/s0246-0319(10)50074-8
- Muhammad B.Y. & Awaisu A., 2008. The need for enhancement of research, development, and commercialization of natural medicinal products in Nigeria: lessons from the Malaysian experience. *Afr. J. Traditional Complementary Altern. Med.*, **5**(2), 120-130.
- Mukherjee A.K., Doley R. & Saikia D., 2008. Isolation of a snake venom phospholipase A2 (PLA2) inhibitor (AIPLAI) from leaves of *Azadirachta indica* (Neem): mechanism of PLA2 inhibition by AIPLAI *in vitro* condition. *Toxicon*, **51**(8), 1548-1553, doi.org/10.1016/j.toxicon.2008.03.021
- Renapurkar D.M., Tare T.G., Sutar N.K. & Deshmukli P.B., 1991. Observations on snake repellent property of some plant extracts. *Defence Sci. J.*, **41**, 79-85, doi.org/10.14429/dsj.41.4413
- Sajon S.R., Sana S. & Rana S., 2017. Anti-venoms for snake bite: a synthetic and traditional drugs review. *J. Pharmacogn. Phytochem.*, **6**(3), 190-197.
- Soares A.M. et al., 2005. Medicinal plants with inhibitory properties against snake venoms. *Curr. Med. Chem.*, **12** (22), 2625-2641, doi.org/10.2174/092986705774370655
- Upasani S.V. et al., 2017. Ethnomedicinal plants used for snakebite in India: a brief overview. *Integr. Med. Res.*, **6**(2), 114-130, doi.org/10.1016/j.imr.2017.03.001
- Warrell D.A., 2012. Venomous animals. *Medicine*, **40**(3), 159-163.
- WHO, 2010. *Guidelines for the prevention and clinical management of snakebite in Africa*. Brazzaville: World Health Organization Regional Office for Africa.

(42 réf.)