

Études ethno-botanique, phyto-chimique et pharmacologique de l'hibiscus à feuilles rouges (*Hibiscus acetosella*)

C.A. MASENGO¹, G.K. VULENGA², M. MAWUNU³, D.S.T. TSHIBANGU², P.T. MPIANA², K.T.N. NGBOLUA¹

(Reçu le 27/10/2024; Accepté le 21/11/2024)

Résumé

L'hibiscus à feuilles rouges (*Hibiscus acetosella*) est une plante utilisée en médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies, notamment en République Démocratique du Congo (RDC). Parmi ses usages populaires, elle est connue pour ses effets bénéfiques sur l'anémie et d'autres affections. Toutefois, peu d'études scientifiques ont confirmé ses propriétés thérapeutiques. Cette étude vise à évaluer les connaissances de la population sur l'utilisation d'*H. acetosella* et à tester *in vitro* ses propriétés anti-drépanocytaires et anti-inflammatoires. L'objectif principal de cette étude est de vérifier l'efficacité d'*H. acetosella* contre la drépanocytose et l'inflammation à travers des tests *in vitro*, tout en recueillant les connaissances locales sur son utilisation thérapeutique. Les connaissances de la population ont été évaluées par enquête auprès de 200 personnes, portant sur les maladies traitées par cette plante, les parties de la plante utilisées, les formes pharmaceutiques employées et les modes d'administration. Les propriétés anti-drépanocytaires ont été testées *in vitro* à l'aide du test d'Emmel, d'un test d'hémolyse et d'un test basé sur la dénaturation thermique des protéines. Les résultats ont montré que la population attribue à *H. acetosella* la capacité de soigner 11 maladies, dont l'anémie est la plus citée (142 citations sur 200). Les feuilles sont la partie la plus utilisée de la plante, tandis que la décoction est la forme pharmaceutique prédominante. La recette est généralement administrée par voie orale. Les tests *in vitro* ont confirmé l'activité anti-drépanocytaire de la plante, validant son usage par la population pour traiter la drépanocytose. *H. acetosella* présente des propriétés anti-drépanocytaires et anti-inflammatoires prometteuses, confirmées par des tests *in vitro*. Ces résultats soutiennent son utilisation traditionnelle et suggèrent son potentiel dans la nutrithérapie pour la prise en charge de la drépanocytose en RDC.

Mots clés: Drépanocytose, Inflammatoire, Plante médicinale, *Hibiscus acetosella*, Nutrithérapie

Ethnobotanical, Phytochemical, and Pharmacological Studies of *Hibiscus acetosella*

Abstract

Hibiscus acetosella (Cranberry hibiscus) is a plant used in traditional medicine to treat several diseases, particularly in the Democratic Republic of Congo (DRC). Among its popular uses, it is known for its beneficial effects on anemia and other conditions. However, few scientific studies have confirmed its therapeutic properties. This study aims to assess the population's knowledge of the use of *H. acetosella* and to test its *in vitro* anti-drepanocytic and anti-inflammatory properties. The primary objective of this study is to verify the effectiveness of *H. acetosella* against sickle cell disease and inflammation through *in vitro* tests, while also gathering local knowledge about its therapeutic use. The population's knowledge was evaluated through a survey of 200 people, focusing on the diseases treated with this plant, the parts of the plant used, the pharmaceutical forms employed, and the methods of administration. The antidrepanocytic properties were tested *in vitro* using the Emmel test, a hemolysis test, and a test based on protein thermal denaturation. The results showed that the population attributes to *H. acetosella* the ability to treat 11 diseases, with anemia being the most cited (142 citations out of 200). The leaves are the most used part of the plant, while the decoction is the predominant pharmaceutical form. The preparation is generally administered orally. The *in vitro* tests confirmed the anti-sickling activity of the plant, validating its use by the population of Kinshasa to treat sickle cell disease. *H. acetosella* exhibits promising anti-sickling and anti-inflammatory properties, confirmed by *in vitro* tests. These results support its traditional use and suggest its potential in nutri-therapy for the management of sickle cell disease in the DRC.

Keywords: Sickle cell disease, Inflammatory, Medicinal plant, *Hibiscus acetosella*, Nutritherapy

INTRODUCTION

L'utilisation des plantes par l'homme remonte à des temps immémoriaux, répondant à divers besoins, notamment alimentaires, ornementaux, vestimentaires et de logement, ainsi que pour le traitement de nombreuses maladies telles que la malaria, les douleurs abdominales, le diabète et le cancer. Grâce à leurs multiples usages, les plantes demeurent essentielles à la vie humaine sur Terre, notamment en raison de leur rôle dans la photosynthèse. De nombreux médicaments ont été élaborés à partir de plantes, et leur utilisation en médecine traditionnelle représente aujourd'hui une alternative pour traiter des maladies incurables, dont la drépanocytose fait partie (Gbolo *et al.*, 2024; Gbolo *et al.*, 2022; Kalila, 2019).

La drépanocytose, une hémopathologie génétique d'origine africaine, est courante et potentiellement mortelle, touchant des milliers de personnes à travers le monde et confrontant de nombreuses familles à des crises doulou-

reuses répétées et à des dépenses considérables pour son traitement (Guindo *et al.*, 2021). Selon un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé datant de 2005, environ 5 % de la population mondiale porte des gènes responsables d'hémoglobinopathies, ce qui correspond à environ 300 000 naissances par an, dont plus de 200 000 cas en Afrique. En République Démocratique du Congo, plus de 40 000 enfants naissent chaque année avec l'hémoglobine S, représentant environ 2 % de la population drépanocytaire. Cependant, le développement de traitements conventionnels tels que la transfusion sanguine, l'hydroxyurée et l'allogreffe de moelle osseuse n'a pas permis d'épargner les patients drépanocytaires de certaines complications, comme l'incompatibilité sanguine et tissulaire, ainsi que les difficultés d'accès à ces traitements en raison de leur coût élevé, notamment pour l'allogreffe de moelle osseuse (Masengo *et al.*, 2024). Face à cette situation, plus de 80 % de la population se tourne vers la médecine traditionnelle pour faire face à cette pathologie. À cet égard, les scienti-

¹ Institut Supérieur des Techniques Médicales, Kinshasa, République Démocratique du Congo

² Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, République Démocratique du Congo

³ Departamento de Agronomia, Instituto Politécnico da Universidade Kimpa Vita, Uíge, Angola

fiques ont exploré la phytothérapie afin de valider l'activité pharmacologique des plantes médicinales utilisées dans la prise en charge de la drépanocytose (Mpiana *et al.*, 2008; Ngbolua *et al.*, 2013).

Dans cette optique, cette recherche s'est concentrée sur l'espèce végétale *Hibiscus acetosella* (Malvaceae) pour évaluer son usage ethno-botanique et valider scientifiquement ses propriétés thérapeutiques. La question de recherche posée était de déterminer comment *Hibiscus acetosella* peut être utilisée dans la prise en charge de la drépanocytose. L'objectif de cette étude est de valider scientifiquement l'utilisation de *H. acetosella* dans le traitement des maladies courantes à Kinshasa.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Zone l'étude

Le présent travail est réalisé dans trois communes de la ville-province de Kinshasa (VPK), située dans la partie occidentale de la République Démocratique du Congo. Kinshasa possède non seulement le statut administratif d'une province, mais elle est également la capitale métropolitaine de la RDC. La ville compte 24 communes, parmi lesquelles trois ont été choisies comme site d'étude: Lemba, Makala et Bumbu. Ces communes ont été sélectionnées en raison de la disponibilité de la plante *Hibiscus acetosella*. La figure 1 présente la cartographie des zones d'enquête dans ces trois communes de la VPK.

Localisation géographique

La ville-province de Kinshasa, occupant une superficie de 9 965 km² dans l'Ouest de la République Démocratique du Congo, représente environ 0,4 % de l'ensemble du territoire national. Située sur la rive gauche du fleuve Congo, elle fait

face à Brazzaville, la capitale de la République du Congo. Kinshasa se déploie sous la forme d'un vaste croissant, caractérisé par une topographie relativement plate et une altitude moyenne d'environ 300 mètres, s'étendant entre les latitudes 4° et 5° au sud et les longitudes 15° et 16° à l'est. Les limites de la ville sont définies à l'est par les provinces de Mai-Ndombe, Kwilu et Kwango, à l'ouest et au nord par le fleuve Congo, qui sert de frontière naturelle avec le Congo Brazzaville, et au sud par la province du Kongo Central. La géomorphologie de Kinshasa se compose d'un plateau continental à l'est, d'une chaîne de collines escarpées au sud, ainsi que de plaines et de marécages le long du fleuve. Une partie du plateau de Kwango, qui pénètre dans la VPK, est connue sous le nom de «plateau de Batéké». Les sols de la région sont principalement sablonneux, de type arenoferralsol, caractérisés par des sables fins contenant une faible proportion d'argile, tandis que le sous-sol est constitué de roches gréseuses rouges finement stratifiées et feldspathiques. L'hydrologie de Kinshasa est dominée par le fleuve Congo et ses affluents, ainsi que par de nombreux cours d'eau qui drainent vers le fleuve, la plupart coulant du sud vers le nord. Malheureusement, ces cours d'eau souffrent de pollution due aux activités humaines et à l'absence de services d'assainissement adéquats. Climatiquement, Kinshasa présente un climat tropical chaud et humide de type Aw4, avec deux saisons distinctes: une saison des pluies de fin septembre à fin mai, caractérisée par des précipitations intenses en novembre et avril, et une saison sèche de juin à septembre. La température annuelle moyenne est d'environ 25,5 °C, avec une pluviométrie d'environ 1400 mm par an. Les températures maximales mensuelles dépassent 35 °C, tandis que les minimales se situent autour de 17,1 °C à 17,5 °C en juillet, le mois de mars étant le plus chaud. L'humidité relative atteint en moyenne

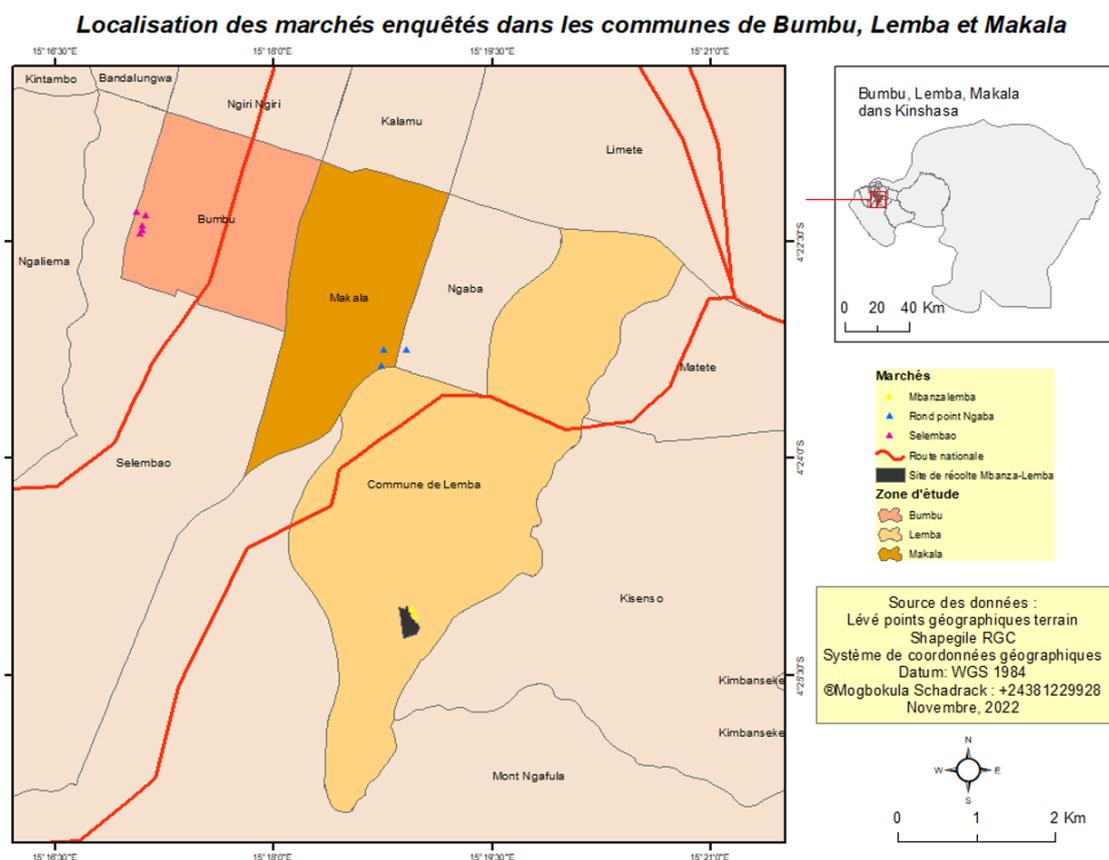


Figure 1: Localisation des marchés enquêtés dans les trois communes de Kinshasa

81 %, variant de 76 % durant la journée à 86 % la nuit. En ce qui concerne la végétation, Kinshasa est principalement composée de savanes parsemées d'arbustes, entrecoupées de steppes et de galeries forestières de faible densité. Sur le plan démographique, la population de cette agglomération est estimée à 12 millions d'habitants, représentant 15 % de la population nationale, avec une densité supérieure à 1 000 habitants/km² et un taux de croissance annuel de 4 % (Shomba *et al.*, 2015).

Matériels biologiques

Matériel végétal

Le matériel végétal que nous avons utilisé dans le cadre de cette étude était composé de la poudre des feuilles de *H. acetosella* (Ngaingai ya rouge en Lingala). Les feuilles de la plante ont été récoltées derrière l'école Mont-Amba dans le quartier Mbanza-lamba, Commune de Lemba, ville province de Kinshasa. Après sa récolte, elle a été identifiée et authentifiée à l'herbarium de l'Institut National d'Études et de Recherches Agronomiques (INERA) logé à la Faculté des sciences de l'Université de Kinshasa.

Le sang

Le sang humain drépanocytaire utilisé dans le cadre de ce travail a été fourni par le centre de Médecine Mixte d'Anémie SS de Yolo-Sud (Mabanga) situé dans la commune de Kalamu à Kinshasa sous notre recommandation et quelque condition exigée, qui était celle de nous fournir le sang d'un sujet drépanocytaire n'ayant pas reçu la transfusion sanguine durant une période minimum de 3 mois. L'œuf utilisé a été acheté au marché de la place.

Enquête ethno-botanique

La technique d'échantillonnage par «boule de neige» (qui consiste à identifier un informateur compétent pour le sujet d'étude, puis ce dernier va ensuite indiquer un autre informateur compétent de la même communauté) a été utilisée. Ce processus s'est poursuivi jusqu'à l'investigation de tous les informateurs experts compétents sélectionnés dans cette étude (Lassa *et al.*, 2024), notamment à Lemba (88 personnes); à Makala (53 personnes) et à Bumbu (59 personnes). L'interview a été faite en lingala et les fiches d'enquête conçues en français ont servi de support pour les entretiens. Les répondants ayant librement consentis ont été questionnés individuellement sur base d'une fiche d'enquête. Les principales données collectées sont relatives aux données socio-démographiques (sexe, âge, niveau d'études et statut matrimonial) et aux données ethno-botaniques (nom vernaculaire, partie utilisée, mode de préparation des recettes médicinales, etc.). Le protocole et les procédures opérationnelles ont été approuvés par le Comité d'Éthique du département de Biologie de l'Université de Kinshasa. Aucune compensation n'est prévue pour cet entretien. Ladite activité a été réalisée pendant une période allant du 31/12/2021 au 28/01/2022.

Conditionnement d'échantillons de la plante

Après la récolte et l'identification de la plante, les feuilles ont été soigneusement séchées à l'air libre à l'abri de rayon solaire pendant 21 jours. Ensuite, ces dernières furent broyées et tamisées afin d'obtenir une poudre fine.

Extraction

Cinquante grammes de poudre ont été macérés pendant 48 heures dans le solvant selon le rapport 1:10 (p/v). Après filtration, le filtrat est concentré à l'évaporateur rotatif puis évaporé à sec à l'étuve à 40 °C pendant 48 heures.

Screening chimique

Le screening chimique a été réalisé sur l'extrait aqueux (Mpiana *et al.*, 2008). Pour préparer cet extrait, nous avons pesé 10 g de poudre de la plante et nous y avons ajouté 100 mL d'eau distillée. Ce mélange est laissé reposer pendant 48 heures, puis filtré.

Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué en mélangeant 30 µL d'extrait ou de fraction avec 2,5 mL de réactif de Folin-Ciocalteu dilué au 1/10e. Le mélange ainsi obtenu a été maintenu à l'obscurité à la température ambiante (27 ± 3 °C) pendant 2 minutes, puis 2 mL de solution de carbonate de sodium à 75 g/L ont été ajoutés. Cette solution a été incubée à 50 °C pendant 15 minutes. La mesure de l'absorbance a été effectuée au spectrophotomètre UV-visible à une longueur d'onde de 760 nm par rapport à un blanc composé de 5 mL de réactif de Folin-Ciocalteu dilué au 1/10e et de 4 mL de solution de carbonate de sodium à 75 g/L. L'acide gallique (solution mère: 1 mg/mL) a été utilisé comme standard de référence pour créer la courbe d'étalonnage (0, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 350, 500, 600, 650, 750 µg/mL) et quantifier les concentrations en polyphénols totaux exprimées en milligrammes d'équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g d'extrait). Les essais ont été réalisés en triplicata pour chaque échantillon. Les concentrations en polyphénols totaux sont déterminées à partir de la courbe d'étalonnage $Y = 0,0037 X + 0,022$ avec un coefficient de corrélation (R^2) de 0,989, tracée en utilisant l'acide gallique comme standard (Masengo *et al.*, 2024).

Dosages des flavonoïdes totaux

Pour évaluer la concentration totale en flavonoïdes, on ajoute 0,75 mL de solution de nitrite de sodium à 5% (m/v) et 0,75 mL de solution de chlorure d'aluminium à 10% (m/v) à 2,5 mL de solution d'extrait ou de fraction à 1/500 (m/v). Après une incubation de 5 minutes, le mélange est mis en contact avec 5 mL d'une solution de soude à 1 M. Le volume obtenu est ajusté à 25 mL, puis agité vigoureusement. L'absorbance est mesurée à une longueur d'onde de 510 nm par rapport à un blanc composé de 0,75 mL de solution de nitrate de sodium à 5% (m/v), 0,75 mL de solution de chlorure d'aluminium à 10% (m/v) et 5 mL de solution de soude à 1 M. La quercétine (solution mère: 1 mg/mL) sert de standard de référence pour la construction de la courbe d'étalonnage (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 µg/mL) et la quantification des concentrations en flavonoïdes totaux exprimées en milligrammes d'équivalent de quercétine par gramme d'extrait (mg EQ/g d'extrait). Les essais sont effectués en triplicata pour chaque échantillon. Les concentrations en flavonoïdes sont déterminées à partir de la courbe d'étalonnage $Y = 0,0542 X - 0,0367$ avec un coefficient de corrélation (R^2) de 0,987, tracée en utilisant la quercétine comme standard (Masengo *et al.*, 2024).

Dosage des tanins condensés

La quantité de tanins condensés est évaluée en combinant 50 mL de chaque fraction ou extrait avec 1500 µL d'une solution de vanilline à 4% dans le méthanol. Le mélange résultant est vigoureusement agité, et 750 µL d'acide chlorhydrique concentré y sont ajoutés. Cette mixture est laissée à réagir à température ambiante pendant 20 minutes. L'absorbance est ensuite mesurée à une longueur d'onde de 550 nm par rapport à un blanc constitué de la solution de vanilline à 4% dans le méthanol.

Les tests sont effectués en triplicata pour chaque échantillon. Une solution mère d'acide tannique (1 mg/mL) sert de référence pour établir la courbe d'étalonnage (0, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 55 µg/mL) et quantifier les teneurs en tanins condensés, exprimées en milligrammes équivalents d'acide tannique par gramme de matière sèche (mg EAT/g d'extrait). Les essais sont réalisés en triplicata pour chaque échantillon. Les teneurs en tanins condensés sont déterminées à partir de la courbe d'étalonnage $Y = 0,0355 X - 0,0299$, avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,995$, établi en utilisant la solution mère d'acide tannique comme standard (Masengo *et al.*, 2024).

L'évaluation de l'activité anti-falcémiant

L'activité anti-falcémiant a été réalisée selon le test d'EM-MEL en utilisant les extraits éthanolique et aqueux.

2 mg d'extrait ont été dilués dans 2 mL de l'eau physiologique (NaCl 0,9%) selon le rapport 1:1 (P/V) afin d'obtenir la solution mère puis celle-ci a été diluée une seule fois afin d'obtenir la moitié de la concentration de la solution mère. Ensuite, 20 mL de cette solution ont été prélevés puis mélangés avec 10 mL du sang et 20 mL de méta-bisulfite Sodium (N2%). Enfin, 10 mL de ce mélange a été déposé sur la lame porte objet et couvert à l'aide d'une lamelle couvre objet tout en recouvrant le bord avec la paraffine en surfusion en vue de créer l'hypoxie.

Une préparation dans laquelle l'on n'avait pas ajouté l'extrait de la plante a été utilisée comme témoin négatif. Les préparations ont été gardées à l'abri de la lumière pendant 10h avant d'être observé au microscope de la marque «OPTIKAB-190/B-290» à l'objectif 40X (Mpiana *et al.*, 2008).

Test de l'activité anti-inflammatoire

A 2 mg d'extrait, ajouter 8 mL de la solution tampon phosphate salin (PBS) pour obtenir une solution de 250 mg. Ensuite, placer 1 mL de cette solution dans le tube à essai puis ajouter à ce tube 1,6 mL de PBS et 0,2 mL d'albumine d'œuf. Remplacer l'extrait par le Diclofénac pour un témoin positif et par de l'eau distillée pour un témoin négatif. L'expérience a été réalisée en triple. Agiter énergétiquement ces mélanges puis chauffer au bain-marie pendant 15 à 20 min à 37°C et après, mettre ces derniers dans un étuve calibré à 70 °C pendant 5min et laisser les se refroidir avant de faire la lecture à la spectroscopie. Le PBS était préparé à partir de la dissolution de 1,37g (NaCl), 0, 2g (KCl), 1,44g (NHP) et 0,24g (KP) dans 1L de l'eau distillée (Masengo *et al.*, 2024).

Le taux d'inhibition de la dénaturation des ovalbumines est calculé à partir de la relation:

$$\% \text{ Inhibition de la dénaturation} = \frac{(\text{DO témoin négatif} - \text{DO échantillon})}{(\text{DO témoin négatif})} \times 100$$

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Enquête ethno-botanique

Les données de l'enquête révèlent qu'avec un échantillon de 200 personnes, l'âge minimum était de 18 ans, l'âge maximum atteignait 79 ans, et l'âge moyen était de $46,1 \pm 10,8$ ans. L'analyse statistique, que ce soit selon le test de Kolmogorov-Smirnov [ddl (200) = 0,086, $p=0,001$] ou le test de Shapiro-Wilk [ddl (200) = 0,986, $p=0,05$], indique que la distribution d'âge des enquêtés ne suit pas une distribution normale ($p \leq 0,05$) dans la population de la zone étudiée. Comparativement à des études antérieures, ces résultats présentent des similitudes avec ceux de Maamar *et al.* (2020), qui ont observé une majorité dans la tranche d'âge > 50 ans (47,5%), suivie de la tranche 31-50 ans (37,5%) et ≤ 30 ans (15,0%). La différence entre les deux études pourrait être attribuée au choix des paramètres de tranche d'âge et de l'emplacement de l'enquête. La figure 2 illustre les différents groupes socioculturels des enquêtés.

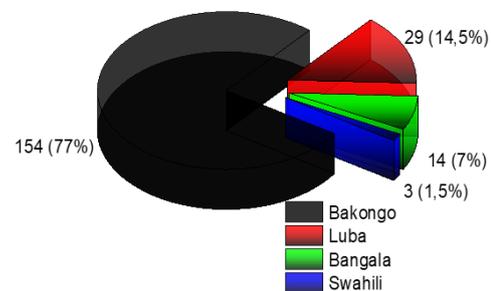


Figure 2: groupe socioculturel des enquêtés

La Figure 2 met en évidence que la population étudiée se composait de quatre groupes socioculturels de la RD Congo, avec une prédominance significative des Bakongo, représentant 77% de l'échantillon. Ils étaient suivis respectivement par les Luba (14%), les Bangala (7%), et les Swahili (1,5%). La forte représentation des Bakongo s'explique par le fait que l'enquête a été menée à Kinshasa, où ce groupe constitue la majorité de la population en raison de ses liens avec les provinces abritant les Bakongo, d'une part, et de leur mode de subsistance axé sur le maraîchage, les conduisant à fréquenter quotidiennement les marchés pour la vente.

La figure 3 donne le niveau d'instruction des enquêtés.

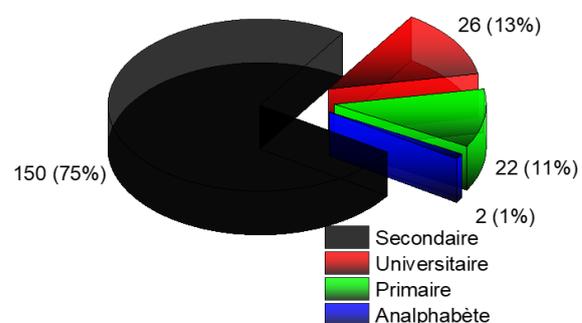


Figure 3: Niveau d'instruction des enquêtés

D'après la figure 3, on remarque que la majorité des enquêtés possèdent un niveau d'études secondaires (75%), suivis respectivement de ceux ayant un niveau d'études universitaires (13%). Les enquêtés ayant un niveau d'études primaires représentent 11% de la population in-

terrogée, tandis que les analphabètes constituent 1%. Ces résultats présentent des similitudes avec les enquêtes ethnobotaniques antérieures menées par Ngbolua *et al.* (2021), qui ont principalement identifié le niveau secondaire (60%), suivi du primaire (26%) et du graduat (13%). Cette convergence s'explique à la fois par le statut administratif du lieu d'enquête et par les particularités des conditions environnementales. Bien que le niveau d'instruction puisse faciliter la compréhension des spécificités locales pour les chercheurs, il n'exclut pas que certains enquêtés détiennent des connaissances approfondies sur les usages des plantes.

Ces savoirs, souvent transmis au sein de familles, peuvent constituer des savoirs ancestraux ou des secrets bien gardés. Cependant, leur transmission n'est pas systématique: d'une part, certains de ces savoirs ne sont pas partagés de génération en génération, et d'autre part, leur divulgation dépend fortement du degré de confiance entre les individus concernés (Ouro-Djeri *et al.*, 2022).

La figure 4 donne la profession des enquêtés.

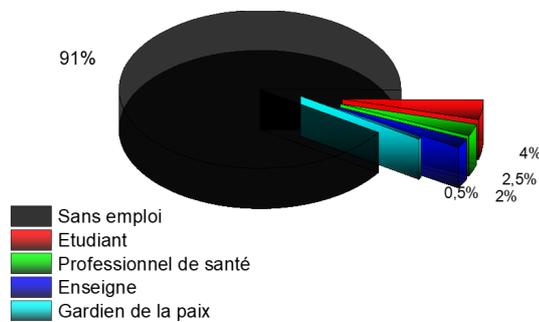


Figure 4: Profession des enquêtés

La figure 4 révèle que la population enquêtée se répartissait dans cinq professions différentes, la majorité étant constituée de personnes sans emploi, représentant ainsi 91% de l'ensemble des enquêtés. Ils étaient suivis respectivement par des étudiants (4%), des professionnels de la santé (2,5%), des enseignants (2%) et des gardiens de la paix (0,5%). Ces résultats présentent des similitudes avec les travaux antérieurs de Maamar *et al.* (2020), qui ont également mis en évidence une forte représentativité des enquêtés sans emploi (36,7%), suivis des fonctionnaires (23,3%), des herboristes et guérisseurs (14,2%), des étudiants (10,0%), etc. La différence observée à la deuxième position de la représentativité entre ces deux résultats peut être justifiée par la nature des milieux d'enquête.

La figure 5 donne la situation familiale des enquêtés.

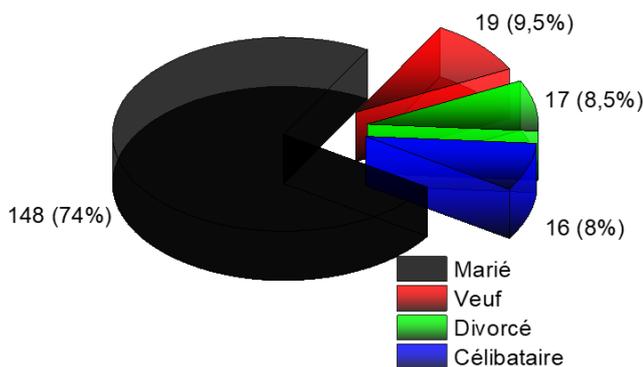


Figure 5: Situation familiale

La figure 5 révèle que la majorité des enquêtés étaient mariés (74%), suivis respectivement des veufs (9,5%), des divorcés (8,5%) et des célibataires (8%). En comparaison avec des études antérieures, ces résultats présentent des similitudes avec ceux des travaux de Benouattas et Benzina (2020), qui ont principalement identifié les mariés (60%), suivis des célibataires (40%). Cette convergence et représentativité des personnes mariées pourraient s'expliquer par le fait que la prise en charge des enfants est principalement assurée par leurs parents. C'est cette implication parentale qui les positionne de manière plus privilégiée pour connaître les alternatives liées au bien-être physique. La figure 6 donne la partie utilisée de la plante et leur fréquence de citation.

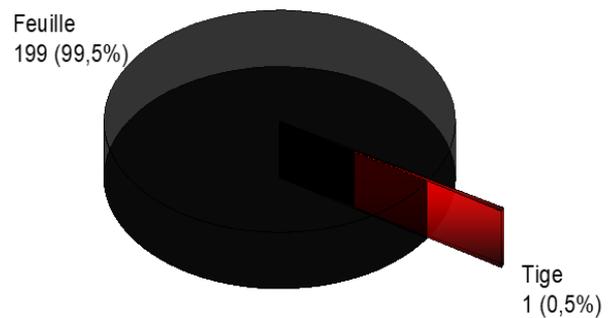


Figure 6: Parties utilisées

Il ressort de la figure 6 que la feuille était la partie la plus utilisée de la plante (99,5%) alors que la tige ne représentait que 0,5%. Ces résultats concordent avec ceux dans ethnobotaniques antérieures de Kabena *et al.* (2014); Kpabi *et al.* (2020); Havyarimana, (2020); Masengo *et al.* (2021a,b) et Ngbolua *et al.* (2021) qui ont prouvé la prédominance de l'usage des feuilles. Cependant, d'autres auteurs témoignent l'avantage de l'utilisation de cet organe pour la conservation des végétaux car son prélèvement peut aller jusqu'à 50% sans causer de dommage à la plante. En outre, la forte fréquence d'utilisation des feuilles serait due à une quantité importante des groupes chimiques qui les contiennent car elles sont réputées comme la cuisine pour photosynthèse d'une part et pour la synthèse des métabolites secondaires de l'autre part (Ngbolua *et al.*, 2014; Menga *et al.*, 2024). Par contre, l'utilisation de la tige d'une espèce végétale pourrait être un danger pour la conservation car elle est fort probable de causer la mort chez la plante dont le récolteur pourrait se recourir à la notion de reboisement pour trouver la solution quant à ce. La figure 7 donne la liste des maladies soignées et leur fréquence de citation.

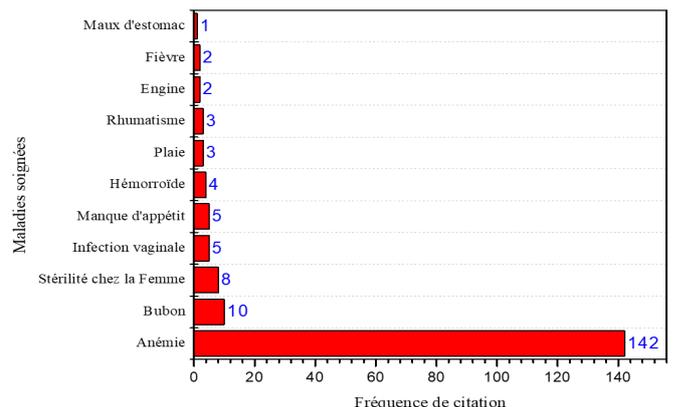


Figure 7: Maladies soignées

La figure 7 révèle que *H. acetosella* est utilisé pour traiter 11 maladies, en tête desquelles figure l’anémie (142 citations sur 200), suivie du bubon (10), de la stérilité chez la femme (8), de l’infection vaginale (5), du manque d’appétit (5), de l’hémorroïde (4), de la plaie (3), de l’engouement (2), de la fièvre (2) et des maux d’estomac (1). Ces résultats corroborent avec ceux d’études antérieures menées par Konda (2012), qui ont également souligné l’utilisation de *H. acetosella* contre l’anémie. Ces informations pourraient justifier la nécessité d’orienter les études scientifiques vers l’évaluation de l’activité biologique de cette plante pour la prise en charge de ces diverses maladies.

La figure 8 donne les catégories d’utilisation de la plante par les enquêtés.

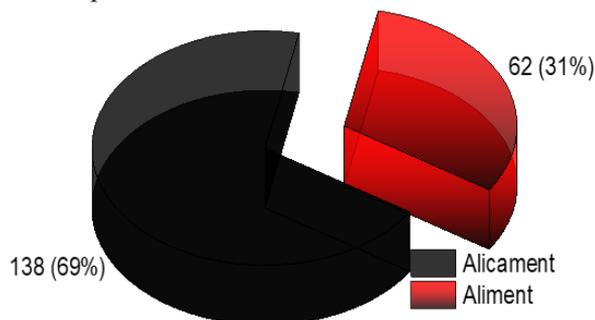


Figure 8: Catégorie d'utilisation

D’après la figure 8, il ressort que la plante est davantage utilisée comme alicament (69%) que comme aliment (31%). Ces résultats concordent avec ceux d’études ethnobotaniques antérieures menées par Ngbolua *et al.* (2021), qui ont également mis en évidence la catégorie d’utilisation des plantes comme alicaments. Cette prédominance de l’alicament justifie l’intégration de cette espèce végétale dans l’alimentation quotidienne des patients.

La figure 9 donne les différents modes de préparation de *H. acetosella*.

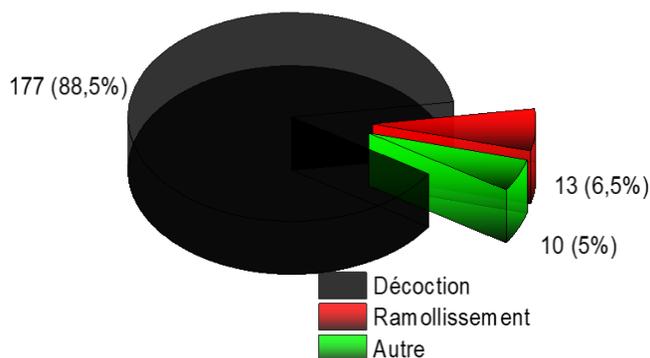


Figure 9: Mode de préparation

D’après la figure 9, il ressort que la décoction est le mode de préparation le plus couramment utilisé (88,5%), suivi du ramollissement au feu (6,5%). Les autres modes non clairement définis ne représentent que 5%. Ces résultats concordent avec ceux d’études ethnobotaniques antérieures menées par Masengo *et al.* (2021a) et Kpabi *et al.* (2020), qui ont tous montré la prédominance de la décoction. La fréquence élevée de la citation de ce mode de préparation s’explique par sa capacité à extraire un plus grand nombre de principes actifs et à atténuer l’effet toxique de certaines recettes (Ouro-Djeri *et al.*, 2022).

La figure 10 donne les différentes voies d’administration de recette de la plante.

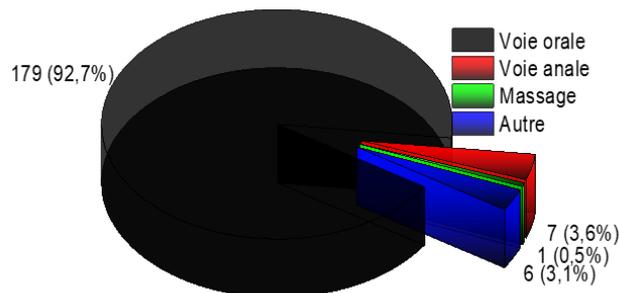


Figure 10: Voie d'administration

Les données de la figure 10 indiquent que la voie orale est la plus fréquemment utilisée (92,7%), suivie respectivement de la voie anale (3,6%) et du massage (0,5%). Ces résultats concordent avec les études antérieures de Kpabi *et al.* (2020), Masengo *et al.* (2021a), et Havyarimana (2020), qui ont également mis en évidence la prédominance de la voie orale dans l’utilisation de la plante. La fréquence élevée de la citation de la voie orale peut être attribuée aux modes de préparation des recettes, principalement connus pour la décoction ou la cuisson. En ce qui concerne les modes d’association de *H. acetosella*, cela se présente dans 90% des cas, tandis que chez 10% des personnes interrogées, elle est associée à d’autres plantes pour créer des recettes. La prédominance des recettes monospécifiques pourrait être due à l’utilisation de la plante comme aliment, tandis que les associations seraient basées sur son usage médicinal.

La figure 11 donne la fréquence de citation des plantes associées avec *H. acetosella*.

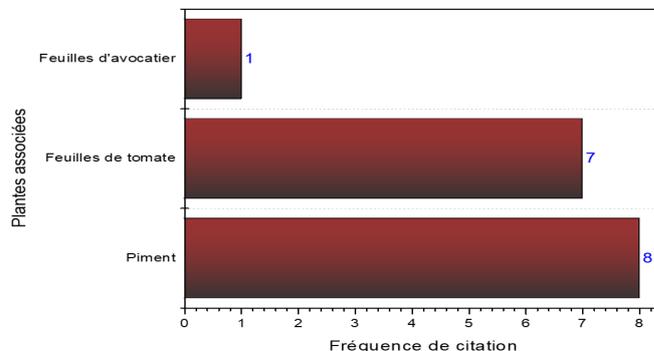


Figure 11: Plantes associées

Les résultats de la figure 11 révèlent que trois plantes sont généralement associées à *Hibiscus acetosella*, notamment le piment, la tomate, et l’avocatier. Le piment est cependant le plus fréquemment cité. L’association de *H. acetosella* avec d’autres plantes pourrait être motivée d’une part pour renforcer la teneur en métabolites secondaires et d’autre part pour apporter des éléments facilitant la réaction. En ce qui concerne la toxicité de *H. acetosella*, la majorité des enquêtés (98%) estime que cette plante alimentaire n’est pas toxique, tandis que 2% des personnes ont signalé des cas de toxicité liés à son utilisation. Ces résultats concordent avec les études pharmacologiques d’Ouro-Djeri *et al.* (2020), qui ont mis en évidence que 71% des enquêtés n’avaient pas confirmé d’effets secondaires, tandis que 29% avaient déjà enregistré de tels effets. Cette toxicité potentielle pourrait être liée à son association avec d’autres plantes comme le piment, ou encore à la présence de facteurs antinutritionnels (Ndouyang *et al.*, 2018).

La figure 12 donne les constats des enquêtés par rapport à la disponibilité de *H. acetosella*.

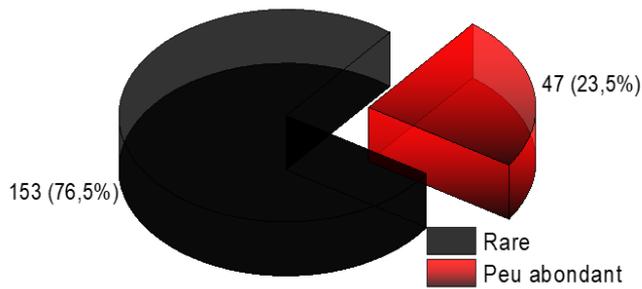


Figure 12: Disponibilité de la plante

La majorité des enquêtés (76,5%) estime que la plante est rare, tandis que 24% constatent qu'elle est peu abondante. Ainsi, l'importance attribuée à une espèce végétale ne dépend pas de sa disponibilité, mais plutôt de sa capacité à répondre aux différents besoins des populations (Ouro-Djeri *et al.*, 2020), d'où la nécessité de conserver cette ressource phyto-génétique. Cette étude indique que des paramètres tels que le mode de préparation ($\chi^2=424$; ddl=12; $p<0.05$), la voie d'administration ($\chi^2=392$; ddl=12; $p<0.05$), la préparation des recettes ($\chi^2=422$; ddl=6; $p<0.05$), les plantes associées ($\chi^2=29$; ddl=9; $p<0.05$), la toxicité ($\chi^2=417$; ddl=6; $p<0.05$), et la disponibilité ($\chi^2=415$; ddl=6; $p<0.05$) de la plante sont influencés par l'âge, le sexe ($p<0.05$), le niveau d'instruction ($p<0.05$), la profession et la situation familiale ($p<0.05$) des enquêtés. En revanche, les parties utilisées ($\chi^2=828$; ddl=38; $p<0.05$), les maladies soignées ($\chi^2=697$; ddl=209; $p<0.05$), les catégories d'utilisation ($\chi^2=531$; ddl=38; $p<0.05$), les modes de préparation ($\chi^2=504$; ddl=76; $p<0.05$) de la plante sont influencés par l'appartenance ethnolinguistique, etc.

Phyto-chimie

L'analyse phyto-chimique des feuilles de *Hibiscus acetosella* indique la présence des composés phénoliques (anthocyanes, flavonoïdes, quinones et tanins) et des alcaloïdes tandis que les saponines sont absents. La teneur en différents métabolites secondaires sont les suivants: Flavonoïdes totaux (mg EQ/g d'extrait): 21,2 ± 0,01 (DCM); 17,7 ± 0,11 (MeOH); 20,3 ± 0,03 (EtOH); Tanins (mg EAT/g d'extrait): 29,6 ± 0,02 (DCM); 26,4 ± 0,08 (MeOH); 34,5 ± 0,12 (EtOH) et Polyphénols totaux (mg EAG/g d'extrait): 632,8 ± 0,25 (DCM); 597,3 ± 1,96 (MeOH); 631,3 ± 0,67 (EtOH). En ce qui concerne les flavonoïdes, des composés tels que la quercétine, le kaempférol, la cyananidine et la myricétine ont été isolés de *H. acetosella* (Suradwadee *et al.*, 2019).

Activité anti-drépanocytaire

La figure 13 montre les différents phénotypes des érythrocytes. La figure 13A montre les phénotypes des érythrocytes pathologiques d'un sujet atteint de drépanocytose, caractérisés par une forme de faucille dans des conditions hypoxiques. Ces conditions hypoxiques constituent les témoins du test visant à évaluer l'activité antifalcémiant des extraits de *Hibiscus acetosella*. En présence des extraits aqueux et éthanoliques de feuilles de cette plante, dans des conditions identiques à celles des témoins, les globules rouges initialement en forme de faucille retrouvent leur forme biconcave normale (Figures 13B et 13C). Ce résultat apporte une preuve scientifique en faveur de l'utilisation de *H. acetosella* dans le traitement de la drépanocytose.

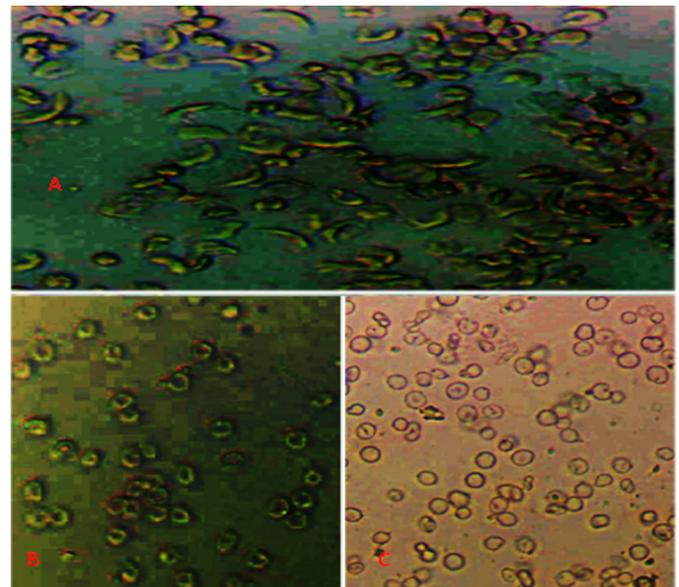


Figure 13: Les différentes formes d'érythrocytes
A: Morphologie des érythrocytes de sang drépanocytaire non traités (Témoin); B: Morphologie des érythrocytes de sang drépanocytaire traité aux extraits aqueux 100 µg/mL; C: Morphologie des érythrocytes de sang drépanocytaire traité aux extraits éthanoliques 100 µg/mL

Comparativement aux études précédentes, ces résultats confirment ceux de Ngbolua *et al.*, (2013), Gbolo *et al.* (2024) et Gbolo *et al.* (2022), qui suggèrent que l'effet antifalcémiant de la plante pourrait être attribué à la présence de métabolites secondaires, tels que les anthocyanes, les acides organiques et les flavonoïdes. Ces composés bioactifs jouent un rôle potentiel dans la stabilisation des membranes érythrocytaires et la réduction de la falciformation, ce qui renforce l'intérêt de *H. acetosella* en tant qu'agent thérapeutique potentiel contre la drépanocytose.

Activité anti-inflammatoire

La figure 14 illustre l'effet hypochrome de diclofénac sodique.

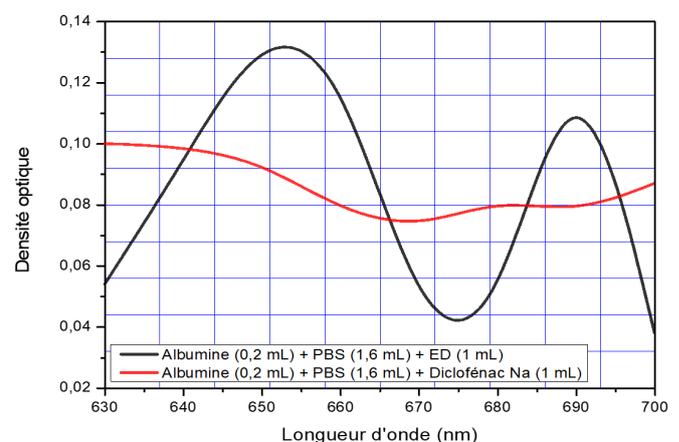


Figure 14: Effet hypochrome de Diclofénac sodique (Inhibition de la dénaturation thermique de l'ovalbumine)

Le spectre d'adsorption de l'ovalbumine dénaturée de la figure 14 montre deux bandes caractéristiques. En présence du diclofénac sodique, on y observe un effet hypochrome, ce qui indique une activité anti-inflammatoire permettant de valider le protocole d'étude.

La figure 15 met en évidence l'effet des drogues sur la dénaturation thermique de l'ovalbumine *in vitro*.

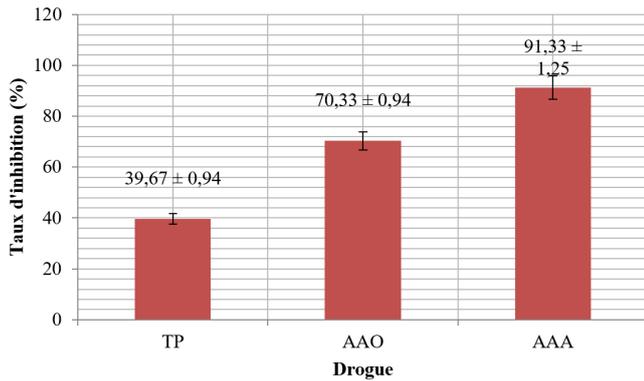


Figure 15: Effet de drogues sur la dénaturation thermique de l'ovalbumine *in vitro*

Il ressort de la figure 15 qu'à 89,3 µg/mL, les extraits aqueux et organiques de *Hibiscus acetosella* sont plus actifs que le Diclofénac sodique (39,7 ± 0,94%). En outre, l'extrait aqueux est plus actif que l'extrait organique (91,3 ± 1,25% vs 70,3 ± 0,94%). Ces résultats concordent avec ceux de La Vie-Re-Belle (2019), renforçant ainsi la pertinence de l'utilisation de cette plante dans le traitement des inflammations

liées à la drépanocytose. Les composés bioactifs identifiés dans cette étude sont majoritairement polaires, ce qui pourrait expliquer leur potentiel thérapeutique. L'analyse statistique montre une différence significative des moyennes entre les groupes, avec un seuil de signification fixé à $\alpha = 0,05$. De plus, le test de Tukey confirme l'homogénéité des moyennes dans les différents sous-ensembles, soulignant ainsi la cohérence des données obtenues.

Prediction de la toxicité des composés chimiques contenus dans les deux plantes

Les résultats de la prédiction de la toxicité des six composés chimiques contenus dans *Hibiscus acetosella* (Figure 16) indiquent que cette plante ne présente pas de risque de mutagénicité et n'est pas hépatotoxique (Tableau 1), bien qu'elle puisse montrer un risque de cardio-toxicité en cas d'utilisation incontrôlée. Ngbolua *et al.* (2011a,b) soulignent que de nombreuses plantes utilisées en médecine traditionnelle, bien qu'efficaces, peuvent être toxiques et être à l'origine d'intoxications dans la population. En effet, selon l'OMS, 80 % de la population en Afrique recourt à la phytothérapie pour les soins de santé primaires (Kitadi *et al.*, 2020). Bien que *H. acetosella* soit une plante alimen-

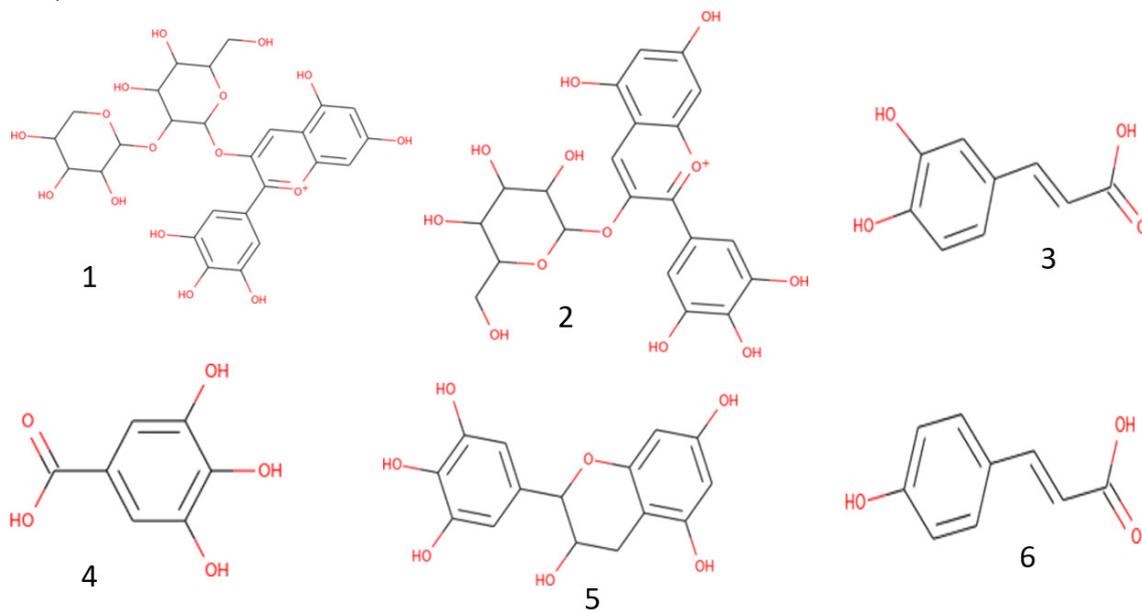


Figure 16: Structures moléculaires de quelques composés chimiques présents dans *Hibiscus acetosella*, (1) Delphinidin 3-sambubioside; (2) Delphinidin 3-glucoside; (3) Acide caféique; (4) Acide gallique; (5) Gallo catechin; (6) Acide cis-p-coumarique (Lyu *et al.*, 2020)

Tableau 1: Prédiction de la toxicité des composés chimiques contenus dans *Hibiscus acetosella*

Types de toxicité	Composés chimiques de <i>Hibiscus acetosella</i>					
	1a	2a	3a	4a	5a	6a
AMES toxicity (Yes/No)	No	No	No	No	No	No
Max. tolerated dose (human) (log mg/kg/day)	0,447	0,507	1,145	0,7	0,506	1,111
hERG I inhibitor (Yes/No)	No	No	No	No	No	No
hERG II inhibitor (Yes/No)	Yes	Yes	No	No	No	No
Oral Rat Acute Toxicity (LD ₅₀) (mol/kg)	2,486	2,586	2,383	2,218	2,492	2,155
Oral Rat Chronic Toxicity (LOAEL) (log mg/kg_bw/day)	4,255	4,085	2,092	3,06	2,927	2,534
Hepatotoxicity (Yes/No)	No	No	No	No	No	No
Skin Sensitisation (Yes/No)	No	No	No	No	No	No
<i>T. pyriformis</i> toxicity (log µg/L)	0,285	0,285	0,293	0,285	0,286	0,319
Minnnow toxicity (log mM)	6,935	7,652	2,246	3,188	4,235	1,607

taire, sa consommation régulière et prolongée nécessite une étude de toxicité chronique. Les tests de toxicité AMES n'ont identifié aucun des composés comme toxiques, suggérant qu'ils ne présentent pas de risque carcinogène significatif. De plus, tous les composés, sauf deux, ne sont pas des inhibiteurs hERG de type I, bien que certains montrent une inhibition de type II, ce qui pourrait poser des préoccupations en matière de sécurité médicamenteuse, car l'inhibition des canaux ioniques hERG peut entraîner des effets indésirables cardiovasculaires. Les valeurs de dose maximale tolérée chez l'homme (log mg/kg/jour) restent relativement élevées, ce qui indique que ces composés pourraient être administrés en toute sécurité à des doses appropriées. Les résultats sur la toxicité aiguë (LD₅₀) chez le rat montrent des valeurs allant de 2,15 à 2,59 mol/kg, indiquant une toxicité faible à modérée, ce qui est encourageant pour une utilisation potentielle en tant qu'agent thérapeutique ou complément alimentaire. Toutefois, la variabilité observée dans la toxicité chronique (LOAEL) entre les composés souligne la nécessité d'une attention particulière quant à leur profil de sécurité.

La faible toxicité observée dans la plupart des tests, y compris l'absence de toxicité hépatique et de sensibilisation cutanée, renforce l'idée que *Hibiscus acetosella* pourrait avoir des applications bénéfiques en médecine traditionnelle ou comme source de nutriments, en particulier dans les communautés où cette plante est couramment utilisée. Ces résultats soulignent l'importance de la recherche sur les plantes médicinales et leurs composés chimiques, ainsi que la nécessité de mener des études supplémentaires pour évaluer leur sécurité à long terme et leur efficacité clinique. Il est crucial d'encadrer l'utilisation de ces composés par des directives claires, en tenant compte des populations spécifiques, telles que les femmes enceintes ou les personnes atteintes de maladies chroniques, afin d'éviter tout risque potentiel tout en favorisant l'intégration de la médecine traditionnelle dans les systèmes de santé moderne.

CONCLUSION

Cette étude visait à évaluer la connaissance de la population sur *Hibiscus acetosella* et à analyser ses propriétés anti-drépanocytaires et anti-inflammatoires *in vitro*. Les résultats révèlent que cette plante est utilisée pour traiter onze maladies, y compris l'anémie, avec les feuilles étant l'organe végétal le plus employé, souvent préparées par décoction et administrées principalement par voie orale. De plus, les extraits aqueux et hydro-alcooliques de *H. acetosella* démontrent des propriétés anti-falcémiantes et anti-inflammatoires *in vitro*. Pour les études futures, il est recommandé de mener une recherche phyto-chimique approfondie afin d'identifier et de caractériser les principes actifs responsables de ces effets, ainsi que d'explorer les modalités d'utilisation optimales et les éventuelles synergies avec d'autres plantes médicinales.

RÉFÉRENCES

- Benouattas, O., Benzina, Z. (2020). Inventaire et valeur thérapeutique des plantes médicinales existantes dans la région de Zemmoura Bordj ou Arreridj (Mémoire de Master, Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie, Filière Sciences Agronomiques, Spécialité Amélioration des Plantes). 20 pages.
- Gbolo, B. Z., Ngbolua, K. N., Ciala, B. N., Semay, I., Mpiana, P. T., Gerbaux, P., Duez, P. (2024). LC-MS/MS Analysis of crude Flavonoid Compounds from *Justicia secunda* from Democratic Republic of the Congo and evaluation of their antisickling Activity. *Natural Resources for Human Health*, 4: 387-397.
- Gbolo, B.Z., Ciala, B.N., Ngbolua, J.-P.K.-T.-N., Tshibangu, D.S., Tshilanda, .T., Memvanga, D.D., Mpiana, P.B., T.P., (2022). Profilage phytochimique par chromatographie sur couche mince haute performance d'extraits de flavonoïdes totaux du Drepanoalpha® et évaluation de leur activité anti-drépanocytaire *in vitro*. *Annales Africaines de Medecine*, 16: 4882-4898.
- Guindo, A., Sarro, Y.S., Touré, B.A., Keita, I., Baraika, M.A., Coulibaly, M., Kene, S., Kanta, M., Traoré, A., Diabaté, D., Diallo, M., Coulibaly, M., Laouessergues, E., Przybylski, C., Teyssie, V., Baby, M., Garrette, B., Diallo, D.A. (2021). Le centre de recherche et de lutte contre la drépanocytose de Bamako: histoire, bilan, défis et perspectives. *Presse Médicale Form.*, 2: 405-412.
- Havyarimana, C. (2020). Plantes anti-malaria et anti-moustique au Burundi: ethnobotanique et perspectives de conservation. Mémoire de Master. Faculté des Sciences, Département des Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement.
- Kabena, N.O., Ngombe, K.N., Ngbolua, K.N., Kikufi, B.A., Lassa, L., Mboloko, E., Lukoki, L. F. (2014). Études ethnobotanique et écologique des plantes d'hygiène intime féminine utilisées à Kinshasa (République Démocratique du Congo). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8: 2626-2642.
- Kalila, F. (2019). Quel enseignement des plantes au 21^e siècle? Quelques perspectives didactiques. *Bildungsforschung*, 1: 1-21.
- Kitadi, J.M., Mazasa, P.P., Tshibangu, D.S., Kasala, F.S., Tshilanda, D.D., Ngbolua, K.N., Mpiana, P.T. (2020). Ethnopharmacological survey and antisickling activity of plants used in the management of sickle cell disease in Kikwit city, DRC. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Article ID 1610.
- Konda, K.M., Kabakura, M., Mbembe, B., Itufa, Y., Mahuku, K., Mafuta, M., Mpoyi, K., Ndemankeni, I., Kadima, K., Kelela, B., Ngiuvu, V., Bongombola, M., Dumu, L. (2012). Plantes médicinales de traditions: Province de l'Équateur, R.D. Congo. Institut de Recherche en Sciences de la Santé.
- Kpabi, I., Agban, A., Hoekou, Y., Pissang, D., Tchacondo, T., Batawila, K. (2020). Étude ethnobotanique des plantes à activités antiparasitaires utilisées en médecine traditionnelle dans la préfecture de Doufelgou au Nord du Togo. *Journal of Applied Biosciences*, 148: 15176-15189.
- La vie re-belle. (2019). *Hibiscus* comestibles et médicinaux. Revue en ligne. <https://lavie-rebelle.org/hibiscus-comestibles-et-medicinaux> (Consulté le 15 mars 2022).
- Lassa, L.K., Ilumbe, G.B., Ngbolua, K.N., Biloso, A.M., Masens, D.M.Y., Habari, J.P.M., Lukoki, F.L. (2024). Ethnobotany of food plants used in the Kimvula territory (Kongo Central Province) in Congo, DR. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 1-14.
- Lyu, J.II., Ryu, J., Jin, C.H., Kim, D., Kim, J.M., Seo, K., Kim, J., Kim, S.H., Ahn, J., Kang, S., Kwon, S. (2020). Phenolic compounds in extracts of *Hibiscus acetosella* (Granberry Hibiscus) and their antioxidant and antibacterial properties. *Molecules*, 25: 1-12.
- Maamar, S.Y., Belhacini, F., Bounaceur, F. (2020). Étude ethnobotanique dans le Sud-Est de Chlef (Algérie occidentale). *Revue Agrobiologia*, 10: 2044-2061.
- Masengo, C.A., Bongo, G.N., Robijaona, B., Ilumbe, G.B., Ngbolua, J.K.N., Mpiana, P.T. (2021a). Étude ethnobotanique quantitative et valeur socioculturelle de *Lippia multiflora* Moldenke (Verbenaceae) à Kinshasa, République Démocratique du Congo. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 9: 93-101.

- Masengo, C.A., Inkoto, C.L., Munsebi, J.M., Mandjo, B.L., Mpiana, P.T., Ngbolua, K.N. (2021b). Connaissance et usages de *Quassia africana* (Simaroubaceae) par les peuples Mongo, Yaka et Yombe de Kinshasa. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 9: 737-745.
- Masengo, C.A., Ngbolua, K.N., Nkiana, J., Mawunnu, M., Mpiana, P.T., Mudogo, J.C.V. (2024). Étude ethnobotanique, phytochimique et pharmaco-biologique des plantes utilisées en médecine traditionnelle pour la prise en charge de la drépanocytose à Kinshasa, RD Congo. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 12: 103-111.
- Menga, P.M., Gerengbo, G.K., Monizi, M., Masengo, C.A., Pius, T.M., Virima, M., Ngbolua, K.N. (2024). Integrating ethnobotany and artificial intelligence to validate the potential bioactivity of two medicinal plants traditionally used in the treatment of influenza in ibi-village and surrounding areas, Democratic Republic of the Congo. *Natural Resources for Human Health*, 4: 230-246.
- Mpiana, P.T., Mudogo, V., Tshibangu, D.S., Kitwa, E.K., Kanganila, A.B., Lumbu, J.B., Ngbolua, K.N., Atibu, E.K., Kakule, M.K. (2008). Antisickling activity of anthocyanins from *Bombax pentadrum*, *Ficus capensis*, and *Ziziphus mucronata*: Photodegradation effect. *Journal of Ethnopharmacology*, 120: 413-418.
- Ndouyang, C.J., Himeda, M., Nguimbou, R.M. (2018). Antinutriments et propriétés nutritionnelles *in vitro* de *Cochlospermum tinctorium* A. Rich. (Bixaceae) chez les jeunes rats (*Rattus norvegicus* L.). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12: 884-901.
- Ngbolua, K.N., Benamambote, B.M., Mpiana, P.T., Muanda, D.M., Ekutsu, E.G., Tshibangu, D.S.T., Gbolo, B.Z., Muanyishay, C.L., Basosila, N.B., Bongo, G.N., Robijaona, B. (2013). Ethno-botanical survey and ecological study of some medicinal plant species traditionally used in the District of Bas-Fleuve (Bas-Congo Province, Democratic Republic of Congo). *Research Journal of Chemistry*, 1: 1-10.
- Ngbolua, K.N., Molongo, M.M., Libwa, M.T.B., Amogu, J.J.D., Kutshi, N.N., Masengo, C.A. (2021). Enquête ethnobotanique sur les plantes sauvages alimentaires dans le Territoire de Mobayi-Mbongo (Nord-Ubangi) en République Démocratique du Congo. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 9: 259-265.
- Ngbolua, K.N., Mpiana, P.T., Mudogo, V., Ngombe, N.K., Tshibangu, D.S.T., Ekutsu, E.G., Kabena, O.N., Gbolo, B.Z., Muanyishay, L. (2014). Ethno-pharmacological survey and floristical study of some medicinal plants traditionally used to treat infectious and parasitic pathologies in the Democratic Republic of Congo. *International Journal of Medicinal Plants*, 106: 454-467.
- Ngbolua, K.N., Mudogo, V., Mpiana, P.T., Malekani, M.J., Rafatro, H., Urverg Ratsimamanga, S., Takoy, L., Rakotoarimana, H., Tshibangu, D.S.T. (2013). Évaluation de l'activité anti-drépanocytaire et antipaludique de quelques taxons végétaux de la République Démocratique du Congo et de Madagascar. *Ethnopharmacologia*, 50: 19-24.
- Ngbolua, K.N., Rafatro, H., Rakotoarimanana, H., Urverg, R.S., Mudogo, V., Mpiana, P.T., Tshibangu, D.S.T. (2011a). Pharmacological screening of some traditionally-used antimalarial plants from the Democratic Republic of Congo compared to its ecological taxonomic equivalence in Madagascar. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5: 1797-1804.
- Ngbolua, K.N., Rakotoarimanana, H., Rafatro, H., Urverg, S. R., Mudogo, V., Mpiana, P.T., Tshibangu, D.S.T. (2011b). Comparative antimalarial and cytotoxic activities of two *Vernonia* species: *V. amygdalina* from the Democratic Republic of Congo and *V. cinerea* subsp. *vialis* endemic to Madagascar. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5: 345-353.
- Ouro-Djeri, H., Koudouvo, K., Esseh, K., Tchacondo, T., Batawila, K., Wateba, M.I., Ouro-Djeri, E., Gbieassor, M. (2020). Étude ethnopharmacologique des plantes utilisées dans la préparation des phytomédicaments extemporanés à Tamety-Kondji, canton riverain au Parc National de Togodo-Sud du Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 16: 967-991.
- Shomba, S.K., Mukoka, F.N., Olela, D.N., Kaminar, T.M., Mbalanda, W. (2015). Monographie de la ville de Kinshasa. ICRED-DES, Kinshasa-Montréal-Washington. 103 pages.
- Suradwadee, T., Nakuntwalai, W., Warschate, K. (2019). Antioxidant activities of Chaba Maple (*Hibiscus acetosella*) flower extract. *Applied Mechanics and Materials*, 886: 34-39.