

**Programme “DeSIRA - *Development Smart Innovation through Research in  
Agriculture*”**

Convention de contribution : FOOD/2021/422-681

Activité A1.1 Identification des zones cibles et des NUS tolérantes au stress

*Fiche sur l’Oseille de Guinée*



Partenaire responsable de l’activité : Alliance Bioversity International-CIAT

Partenaires concernés : AICS, CIHEAM-Bari, CNR, LUKE, Université Joseph Ki-Zerbo,  
Université Abdou Moumouni

*Juin/2022*

Etat d'avancement : approuvé

Distribution : Public

**Cette publication a été produite avec le soutien financier de l'Union européenne.  
Son contenu relève de la seule responsabilité de l'auteur et ne reflète pas nécessairement les opinions  
de l'Union européenne**

**Table des matières**

Introduction et contexte .....4  
Oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa*) .....6

## Introduction et contexte

SUSTLIVES (*SUST*aining and improving local crop patrimony in Burkina Faso and Niger for better *LIV*es and *EcoSystems*) est un projet financé par l'Union Européenne dont l'objectif est de favoriser la transition vers des systèmes agricoles et alimentaires durables et résilients aux changements climatiques au Burkina Faso et au Niger à travers la mise en valeur du patrimoine des cultures locales et de leurs chaînes de valeur. SUSTLIVES s'appuie sur une analyse approfondie des caractéristiques socio-économiques et agro-environnementales du Niger et du Burkina Faso, où l'on propose une approche globale pour protéger et renforcer l'agro-biodiversité ainsi qu'une démarche participative et inclusive, sensible au genre et à l'âge. L'objectif spécifique de SUSTLIVES est de renforcer les capacités de recherche et d'innovation des acteurs sur les chaînes de valeur des cultures négligées et sous-utilisées (NUS – *Neglected and Underutilised Species*) au Burkina Faso et au Niger. SUSTLIVES inclut huit partenaires :

- L'Agence italienne pour la coopération au développement (AICS) – Coordinateur du projet
- Le Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM-Bari) – Responsable de la coordination technico-scientifique du projet
- L'Alliance Bioersity International & Centre International de l'Agriculture Tropicale (ABC)
- Le Conseil national de la recherche agronomique italien (CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche)
- L'Université Roma Tre (Roma 3)
- L'Institut des ressources naturelles du Finland (LUKE)
- L'Université Joseph Ki-Zerbo (UJKZ)
- L'Université Abdou Moumouni (UAM).

Les NUS sélectionnées par le groupe de recherche ont été les suivantes :

Au Burkina Faso :

- Tubercules/racines : Patate douce (*Ipomoea batatas*) & Fabirama (*Solenostemon rotundifolius*)
- Légumes : Oseille de guinée (*Hibiscus sabdariffa*) ; Moringa (*Moringa oleifera*) et Amarante (*Amaranthus sp.*)
- Légumineuses : Vouandzou (*Vigna subterranea*)

Au Niger :

- Tubercules/racines : Patate douce (*Ipomoea batatas*) & Cassava (*Manihot esculenta*)
- Légumes : Oseille de guinée (*Hibiscus sabdariffa*) ; Moringa (*Moringa oleifera*) et Gombo (*Abelmoschus esculentus*)
- Légumineuses : Vouandzou (*Vigna subterranea*)

La sélection des NUS a pris en compte le potentiel commercial des cultures et les conditions socioéconomiques des femmes et des jeunes, et leur contribution au système alimentaire local, dans le but de classer en ordre de priorité les espèces qui ont le plus d'incidence sur leur autonomisation. Pour plus d'informations sur le processus de sélection des NUS, voir le dossier intitulé « Rapport sur le processus de sélection des NUS et des zones cibles » disponible sur le site web du projet Sustlives au lien suivant :

[https://www.sustlives.eu/wp-content/uploads/2022/05/Sustlives\\_L1.1\\_rapport\\_final.pdf](https://www.sustlives.eu/wp-content/uploads/2022/05/Sustlives_L1.1_rapport_final.pdf)

## Oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa*)

### Taxonomie, culture et propriétés agronomiques



Figure 1. Une roselle en fleurs (*Hibiscus sabdariffa*)

Source :  
[http://www.westafricanplants.senckenberg.de/rot/index.php?page\\_id=14&id=818](http://www.westafricanplants.senckenberg.de/rot/index.php?page_id=14&id=818)

Figure 2. Capsules (calyces) de roselle

Source :  
<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:326388-2>

#### 1. Taxonomie :

La roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.)<sup>1</sup> est une espèce de plante à fleurs du genre *Hibiscus* originaire d'Afrique, plus probablement d'Afrique de l'Ouest. Au 16<sup>e</sup> et au début du 17<sup>e</sup> siècle, la roselle s'est déjà répandue dans les Indes occidentales et en Asie, respectivement, où elle s'est depuis naturalisée dans de nombreux endroits. Aujourd'hui, la roselle est largement cultivée en Australie, au Brésil, aux Caraïbes, en Amérique centrale, en Floride, à Hawaï, en Inde et aux Philippines (Mahadevan et al. 2009). Au Soudan et dans d'autres pays arabes, la roselle est appelée « Karkade » (Mohamed et al. 2012).

*Hibiscus sabdariffa* est une plante herbacée annuelle de la famille des *Malvaceae* (Famille des Malvacées ou de l'Hibiscus)<sup>2</sup>. Plus de 300 espèces d'hibiscus poussent dans le monde (Mohamed et al. 2012). La roselle est un arbuste annuel érigé, principalement ramifié. Sa tige est de couleur rougeâtre et mesure jusqu'à 3,5 m de haut, avec une racine pivotante pénétrant profondément. Ses feuilles sont diversement colorées, vert foncé à rouge ; feuilles alternes, elles sont glabres, à long pétiole, divisées palmées en 3 à 7 lobes, à marges dentelées. Les fleurs de roselle sont grandes, à pédoncule court, rouges à jaunes avec un centre sombre. Les sépales accrescents, larges et charnus, s'élargissent et deviennent succulents, faisant une excellente gelée (Orwa et al. 2009).

*Hibiscus sabdariffa* est une espèce tétraploïde ( $2n = 4x = 72$ ), et ses chromosomes sont apparentés à ceux de l'espèce diploïde ( $2n = 2x = 36$ ) *Hibiscus cannabinus*. Il existe deux types botaniques de roselles : *Hibiscus sabdariffa* var. *sabdariffa*, cultivée pour son calice charnu rouge brillant, et *Hibiscus sabdariffa* var. *altissima* cultivée pour ses fibres de phloème (voir Mohamed et al. 2012). La partie commercialement importante de la roselle est le calice charnu (sépales) entourant le fruit

<sup>1</sup> *Hibiscus sabdariffa* a plusieurs noms communs en anglais : *White sorrel*, *Rozelle*, *Roselle*, *Red sorrel*, *Guinea sorrel*, *Jamaican sorrel*, *Indian sorrel*, *Sour-sour*, *Queensland jelly plant*, *Jelly okra*, *Lemon bush* ou *Florida cranberry* (Mahadevan et al. 2009, Orwa et al. 2009).

<sup>2</sup> <https://eol.org/pages/487306>

(capsules). Les graines contiennent 17,8–21 % d'huile non comestible et 20 % de protéines, et elles sont principalement utilisées pour l'alimentation animale (voir Mohamed et al. 2012). Pour l'alimentation humaine, la roselle est utilisée comme légume feuillu et comme fruit au Burkina Faso. En effet, toutes les parties de la plante (feuilles, calices et graines) sont utilisées dans l'alimentation humaine (Ouangaoua et al. 2021). Au Burkina Faso, l'utilisation de la roselle varie d'une ethnie à l'autre et même au sein d'une même ethnie (Ouangaoua et al. 2021).

## 2. Les sites de culture et les variétés de Roselle au Burkina Faso

La roselle est largement utilisée au Burkina Faso (Ouangaoua et al. 2021). *L'Hibiscus sabdariffa* a déjà largement contribué à la lutte contre la famine au Burkina Faso de 1930 à 1931 causée par l'invasion des criquets pèlerins, car l'espèce était la seule plante épargnée par ceux-ci (voir Ouangaoua et al. 2021).

La région des provinces de l'Ouest du Burkina Faso représente les zones de forte production de roselle. Il s'agit des provinces du Mouhoun et de Kossi dans la zone soudano-sahélienne et des provinces de Ioba, Poni, Balés et Houet dans la zone soudanienne (Figure 3) (Ouangaoua et al. 2021).

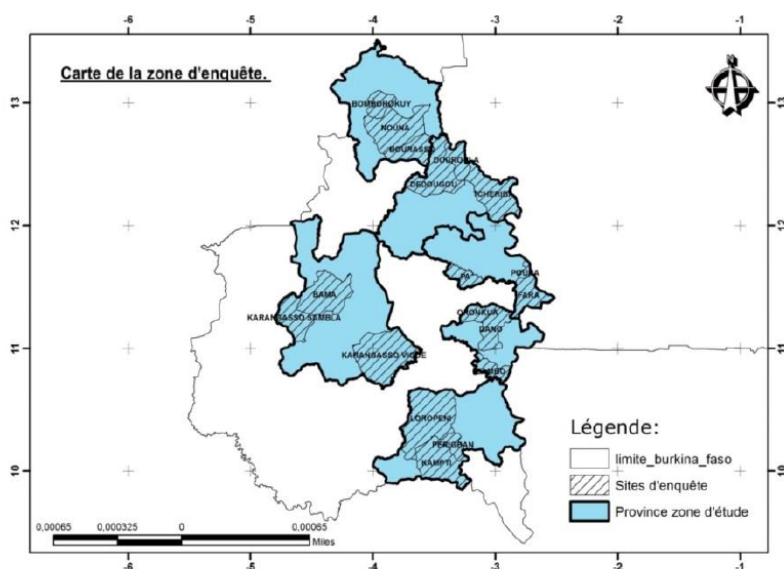


Fig. 1. Zone de l'enquête ethnobotanique

Figure 3. Les zones d'étude de la culture de la Roselle au Burkina Faso.

Source : Ouangaoua et al. (2021)

Au Burkina Faso, pour la dénomination des cultivars locaux, les paysans utilisent les critères morphologiques tels que la couleur, la taille de la plante et la taille des calices. Ainsi, deux morphotypes de roselle ont été différenciés sur la base des calices : le morphotype à calice court et le morphotype à calice long, appelés respectivement, « bii » et « wegda » en langue mooré (Ouangaoua et al. 2021). Quant à la taille de la roselle, deux morphotypes ont également été classés. Le morphotype sauvage de la roselle est généralement grand comparé au morphotype cultivé qui est court. Sur la base de la forme du calice, deux morphotypes ont été classés : le morphotype vert et le morphotype rouge. Le morphotype vert est appelé dans les langues locales « Bobo yoro flou, dawoulé » en Dafing, « Pansani poni » en Bwamu et « Biit-pelga » en Mooré. Ces différents noms signifient « roselle blanche » en référence à la couleur verte du fruit. Quant au morphotype rouge, il est appelé en langue locale « Bobo yoro pinné, Daluima » en Dafing, « Pansani mouhou » en Bwamu

et « Biit-miougou » en Mooré, ce qui signifie roselle rouge (Figure 3). Le terme « biito » en langue mooré est utilisé pour désigner la rossolis en général (Ouangaoua et al. 2021). Voir tableau 1.

Tableau 1. Noms des différents morphotypes de Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) dans les langues locales du Burkina Faso.

**Tableau 1.** Quelques noms de *Hibiscus sabdariffa* en langues locales

Ethnies	Fréquence	Noms vernaculaires	Signification
Mossé	26 %	<i>Biito</i>	Oseille
		<i>Bii</i>	Oseille à fruit court avec des épines
		<i>Wegda</i>	Oseille à fruit long
		<i>Biit pelega ou wegd pelega</i>	Oseille blanc
		<i>Biit miougou ou wegd miougou</i>	Oseille rouge
Bwaba	20 %	<i>Vanni, Pansani, Viano,</i>	Oseille
		<i>Pansani ponou</i>	Oseille blanc
		<i>Pansani mouhou</i>	Oseille rouge
Dagara	13 %	<i>Brè, Bri, Béré</i>	Oseille
Dafing	12 %	<i>Dâ</i>	Oseille
		Dakana	Oseille à fruit court avec des épines
		<i>Dâ toroba</i>	Oseille à fruit long
		Dawonnon	Oseille blanc
		<i>Dawoulé, Daluima</i>	Oseille rouge
Lobi	7 %	<i>Bonné</i>	Oseille
Bobo	7 %	<i>Soumafla</i>	Légume au goût aigre
		<i>Dâ, Yoba, Yoro, Siniminfla</i>	Oseille
		<i>Yoro pinné</i>	Oseille rouge
		<i>Yoro flou</i>	Oseille blanc
Sambla	5%	<i>Goon</i>	Oseille
Birifor	4 %	<i>Bri</i>	Oseille
Gan	2 %	<i>Ganga</i>	Oseille
Coa	1 %	<i>Vion</i>	Oseille
Gurunsi	1 %	<i>Vôh</i>	Oseille
Nounouma	1 %	<i>Goon</i>	Oseille
Samo	1 %	<i>Fon</i>	Oseille

Source : Ouangaoua et al. (2021).

## Les sites de culture et les variétés de Roselle au Niger

La roselle est connue pour pousser dans toutes les provinces du Niger (Atta et al. 2011) (Figure 4). Elle est bien adaptée aux conditions qui prévalent dans le sud du pays (Figure 5). Au Niger, six écotypes de Roselle ont été identifiés dans quatre régions (Tillabéry, Zinder, Maradi et Dosso) du Niger. Ces écotypes se différencient par le type de plante, la couleur du calice et des feuilles, la forme des feuilles et le type de production (calices, feuilles ou graines) (Kellou et al. 2019).

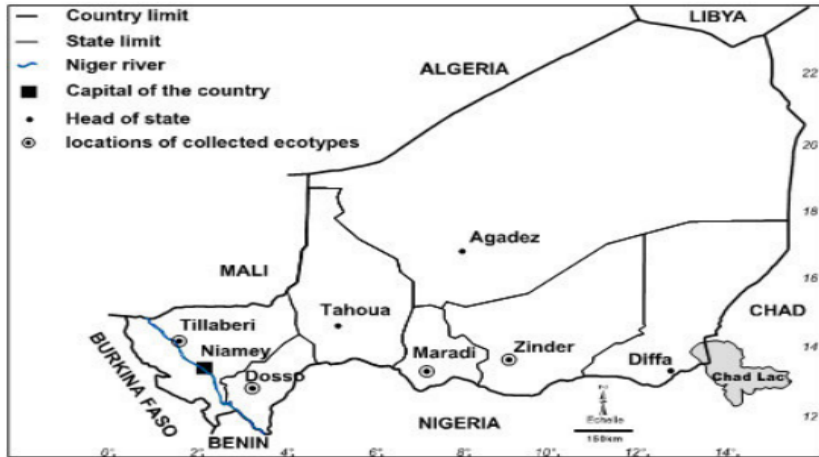


Figure 1. Map of the Republic of Niger and locations where ecotypes of Roselle were collected.

Figure 4. Les zones où les échantillons de Roselle avaient été collectés au Niger.

Source : Atta et al. (2011).

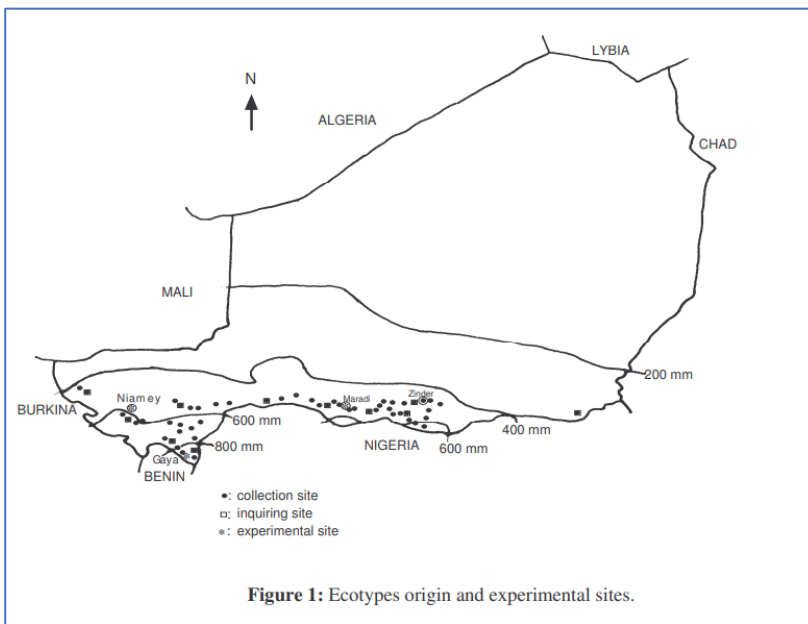


Figure 1: Ecotypes origin and experimental sites.

Figure 5. Les régions du Niger (la bande Sud), où la Roselle est bien adaptée à la culture.

Source : Bakasso et al. (2009).

Tableau 2. Les écotypes de Roselle différenciés au Niger

**Tableau 2 : Région d'origine, types botaniques et caractéristiques des différents écotypes étudiés.**

Écotypes	Région d'origine	Type botanique	Couleur des calices	Formes des feuilles	Couleur des tiges	Type de production
E1	Tillabéry	Yakua poilu	Blanche rayée	Trilobées longues	Rouge	Graines et feuilles
E4	Zinder	Waré	Blanche	Trilobées larges	Rouge	Calices blancs
E5	Maradi	Waré	Rouge claire	Trilobées larges	Rouge	Calices rouges
E6	Maradi	Yakua	Blanche	Simple ovales	Blanche	Feuilles et graines
E7	Maradi	Waré	Verte	Trilobées larges	Verte	Calices verts
E8	Dosso	Waré	Noire	Pentalobée longues	Noire	Calices noirs

Source Bakasso et al., 2008.

Source : Kellou et al. (2019).

### 3. Diversité génétique de Roselle

La diversité génétique et la structure de la population de roselle sont peu connues. Au Niger, Bakasso et al. (2013) ont identifié deux grands groupes distincts chez *H. sabdariffa*. Ces deux groupes génétiques étaient associés à des différences statistiques dans trois caractères phénologiques : le nombre de jours jusqu'à la floraison, le poids de 100 graines et la taille du calice. Cependant, la couleur du calice, une caractéristique morphologique couramment utilisée pour classer les différents écotypes locaux, ne se superposait pas à cette séparation (Bakasso et al. 2013). Ces résultats suggèrent que la diversité de la roselle est génétiquement structurée. Deux groupes distincts étaient clairement associés à des différences morphologiques, mais n'étaient pas couramment utilisés par les agriculteurs pour leur classification (Bakasso et al. 2013).

#### Tolérance aux stress abiotiques et biotiques

Les contraintes liées à la production de Roselle au Burkina Faso sont généralement les inondations et les périodes sèches de la saison des pluies, les attaques de ravageurs, dont principalement les aleurodes, les ravageurs des feuilles et des calices, les chenilles qui détruisent les fruits immatures et les ravageurs des graines (Ouangaoua et al. 2021). Au Soudan, lorsque la sécheresse est prévue, les agriculteurs préfèrent cultiver la roselle plutôt que les céréales en raison de sa résistance dans des conditions défavorables (Mohamed et al. 2012).

La roselle peut être attaquée par plusieurs champignons : *Aecidium garckeanum*, *A. hibiscisurattense*, *Alternaria macrospora*, *Cercospora abelmoschi*, *C. malaysensis*, *Corynespora cassiicola*, *Cylindrocladium scoparium*, *Diplodia hibiscina*, *Fusarium decemcellulare*, *F. sarcochroum*, *F. solani*, *F. vasinfectum*, *Guignardia hibisci-sabdariffae*, *Irenopsis molleriana*, *Leveillula taurica*, *Microsphaera euphorbiae*, *Phoma sabdariffae*, *Phymatotrichum omnivorum*, *Phytophthora parasitica*, *Phytophthora terretris*, *Pythium perniciosum*, *Rhizocotonia solani*, *Sclerotinia fuckeliana*, *S. sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii*. (Orwa et al. 2009).

Les plants de roselle sont également attaqués par diverses maladies virales : L'enroulement des feuilles, l'enroulement des feuilles de coton et la mosaïque des nervures jaunes.

La bactérie *Bacillus solanacearum* a également été isolée de la Roselle.

La Roselle peut également être sérieusement attaquée par les nématodes à galles : *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita acrita* et *M. javanica*.

Parmi les insectes nuisibles qui attaquent la roselle, on trouve : *Anomis erosa*, *Chaetocnema spp.*, *Cosmophila erosa*, *Dysdercus cingulatus*, *D. poecilus*, *Drosicha townsendi*, *Nistora gemella*, *Phenacoccus hirsutus*, *Pseudococcus filamentosus* et *Tectocoris diophthalmus*.

La Roselle est sévèrement touchée par *Phytophthora* [nicotianae var.] *parasitica* et *Rhizoctonia bataticola* [*Macrophomina phaseolina*], qui causent la pourriture des pieds, des tiges et des racines. L'oïdium *Leveillula taurica* attaque également *H. sabdariffa* (Orwa et al. 2009).

### **Technique de culture, gestion des mauvaises herbes et conservation post-récolte**

La roselle est une plante flexible. Au Soudan, elle est cultivée en intercalaire avec d'autres cultures telles que le sorgho et le sésame ou plantée en bordure de champ. Dans les zones rurales, les femmes sont généralement responsables de la culture de roselle. Elles ajoutent de la valeur à la culture en développant des produits pour le marché (Mohamed et al. 2012). Au Burkina Faso, à la saison des pluies, la Roselle est cultivée en bordure des champs de mil, maïs, sorgho, riz, fonio (*Digitaria sp.*), ou en association avec le coton, le sésame, l'arachide et le niébé. Les zones de culture allant de 0,25 à 1 ha se trouvent dans les provinces de Kossi, Mouhoun et Houet et sont exploitées principalement par les femmes. Ces cultures sont principalement destinées à la production de calices du morphotype rouge (Ouangaoua et al. 2021). Au Niger, la culture de la Roselle se fait aussi généralement en association avec d'autres cultures, mais le plus souvent en bordure de champs. Les cultures pures sont très rares et pratiquées par les femmes sur de petites parcelles, autour des villages ou à côté de grands champs de céréales (Kéllou et al. 2019).

Au Burkina Faso, les semences de Roselle sont obtenues par sélection au champ ou par don via un voisin ou un parent. Une minorité renouvelle ses semences chaque année en les achetant des marchés des villages voisins (Ouangaoua et al. 2021).

La roselle ne tolère pas l'ombre et doit être maintenue sans mauvaises herbes ; le désherbage du premier mois est important. Elle peut tolérer les inondations, les vents forts ou les eaux stagnantes.

Les applications de fumier ou d'engrais commerciaux sont bénéfiques. La Roselle répond favorablement aux applications d'azote (45 kg/ha est recommandé en Inde) appliquées sous forme de compost ou d'engrais minéral en association avec une petite quantité de phosphate. En Indonésie, les doses d'engrais recommandées pour la Roselle sont : 80 kg N/ha, 36-54 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha et 75-100 kg K<sub>2</sub>O/ha. Les rendements de la Roselle dans les parcelles de jachère de légumineuses sont significativement élevés (Orwa et al. 2009).

Au Burkina Faso, 54% des agriculteurs utilisent des engrais pour l'amendement des sols contre 46% qui n'en utilisent pas. Parmi ceux qui utilisent des engrais, 16% des enquêtés utilisent de la fumure organique, 20% utilisent des engrais minéraux (NPK et/ou urée) et 18% combinent la fumure organique et les engrais minéraux pour augmenter le rendement en calices et en feuilles (Ouangaoua et al. 2021).

En général, la récolte de Roselle doit être effectuée après 5 à 6 mois de la plantation ou 15 à 20 jours après la floraison et se poursuivre pendant environ 2 mois. En Indonésie, la fibre est récoltée après 10 mois de la plantation. Lorsqu'elle est cultivée pour sa fibre, la Roselle est plantée serrée pour produire de longues tiges avec peu de feuillage (Orwa et al. 2009). Pour la sélection, les capsules matures sont récoltées et débarrassées des calices par décortication puis séchées. Plusieurs morphotypes sont cultivés souvent en parallèle dans un même champ et sont récoltés ensemble et le

tri se fait uniquement au niveau des calices. Les calices des morphotypes rouges sont séparés des calices des morphotypes blancs. Les graines obtenues sont aspergées de cendre ou de sable et stockées dans différents récipients. Ces récipients sont essentiellement des bouteilles d'eau minérale ou de boissons gazeuses, des emballages de pesticides, des bouteilles ou des sacs en plastique. L'ensemble est parfois stocké soigneusement dans un bidon ou placé dans un coin inaccessible de la maison jusqu'à la prochaine saison (Ouangaoua et al. 2021).

### **Propriétés agronomiques**

Le Soudan est actuellement le principal producteur de Roselle. Cependant, les agriculteurs le considèrent comme un aliment de famine (Mohamed et al. 2012). La Roselle soudanaise est d'un rouge vif attrayant, très acide, et elle est extrêmement populaire en Allemagne, qui importe la majeure partie de la récolte. Les prix à l'exportation pour la saison 1992–93 pour la Roselle soudanaise, chinoise et thaïlandaise étaient de l'ordre de 1 700,00 \$US/t (voir Mohamed et al. 2012). Au Soudan, la superficie totale cultivée en Roselle a été estimée à 121 800 ha pour la campagne 2000/2001, contre 9 000–33 000 ha dans les années 1970 et 20 000–25 000 ha dans les années 1980. L'augmentation de la superficie a fait passer la production de 454 tonnes dans les années 1960 à 26 000 tonnes au cours de la saison 1999/2000 (Mohamed et al. 2012). Il existe un grand potentiel de marché pour la Roselle en tant que culture commerciale pour les agriculteurs situés dans des climats plus chauds où elle pousse bien. En Asie (Malaisie/Bangladesh), le rendement en calices frais varie de 4 à 6,5 t/ha, soit environ 800 à 1 200 kg/ha, lorsqu'il est séché à 12 % d'humidité. Une seule plante de roselle peut produire jusqu'à 250 calices, soit 1 à 1,5 kg de poids frais selon les conditions environnementales. Le rendement en feuilles est d'environ 10 t/ha (Islam et al. 2016).

Outre son utilisation comme légume, la commercialisation des feuilles, des calices et des graines est une importante source de revenus pour les producteurs essentiellement au Burkina Faso. Les feuilles fraîches et sèches sont vendues en tas ou en lots dans les marchés. Il en est de même pour les calices et graines dont les prix de vente varient d'un morphotype à l'autre. Ainsi, les calices du morphotype rouge, relativement plus rentables, sont vendus dans de grandes boîtes de tomates (environ 0,5 kg de calices secs) (Ouangaoua et al. 2021). Les calices du morphotype rouge communément appelé « Bissap » demeurent la principale partie de la plante la plus appréciée grâce à sa valeur marchande élevée au Burkina Faso (Ouangaoua et al. 2021).

### **Aspects culturels**

Roselle est connue pour ses propriétés médicinales, et la recherche sur la plante s'est développée ces dernières années, documentant l'attention croissante portée au potentiel de cette culture (Singhet al. 2017; Da-Costa-Rocha et al. 2014 ; Luvonga et al. 2010). Les propriétés nutritionnelles et sanitaires sont principalement attribuées au calice, aux feuilles et aux graines. L'infusion de calice est connue au Soudan pour ses propriétés bénéfiques dans la réduction de la température corporelle ou de la toux (Padmaja et al., 2014). En Afrique de l'Ouest, la poudre de graines et les feuilles sont utilisées dans les repas quotidiens, crus ou cuits, et comme extrait pour les boissons froides et chaudes (Arslan et al. 2021). Traditionnellement en Afrique, plusieurs propriétés sont attribuées aux feuilles, parmi lesquelles, pour n'en citer que quelques-unes, émolliente, antimicrobienne, antipyrétique, sédative, diurétique, anthelminthique et antitussive (Duke, 2002).

La perception que les femmes et les hommes ont de la culture peut être différente. Les femmes ont généralement un niveau plus élevé de considération pour l'hibiscus à la fois comme aliment et comme

médicament. Cela n'est pas surprenant car la conservation de l'agrobiodiversité et les pratiques culturelles sont souvent associées à des pratiques et à un rôle différent des femmes. Une étude menée en Inde a révélé que les femmes étaient particulièrement importantes à la fois dans les pratiques de culture et dans l'entretien de la parcelle et dans la préservation des recettes alimentaires traditionnelles (Singh et al. 2006). En Afrique de l'Ouest, l'hibiscus est souvent utilisé par les femmes pour préparer des condiments alimentaires dérivés de ses graines fermentées (Arslan et al. 2021).

La culture est perçue comme une culture de résilience pour sa capacité à résister aux conditions climatiques extrêmes (c'est-à-dire la sécheresse) et pour le faible niveau d'intrants qu'elle nécessite. L'hibiscus est cultivé dans le cadre d'un système agricole traditionnel, principalement pluvial et constitue une culture de rente vitale pour de nombreux petits agriculteurs (Arslan et al. 2021).

### Section nutritionnelle

#### Propriétés nutritionnelles et fonctionnelles

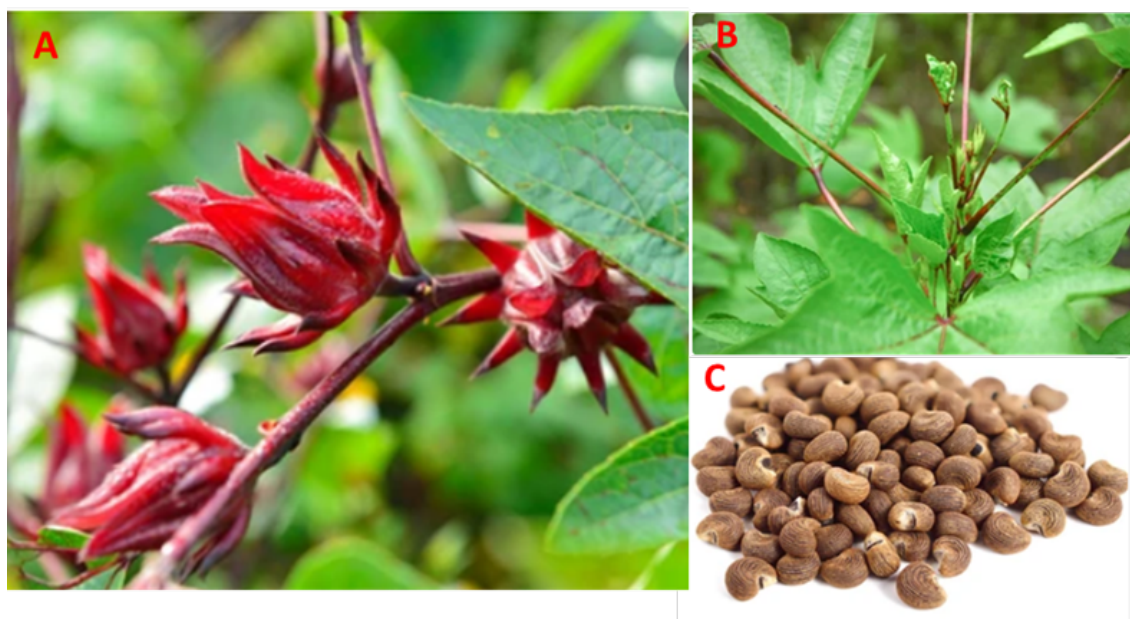


Figure 6 : Hibiscus sabdariffa calices (A), jeunes feuilles (B), graines (C). Source : <https://www.shutterstock.com>

*Hibiscus sabdariffa* (HS), communément appelé Oseille de Guinée ou Roselle, est un membre de la famille des Malvacées et compte plus de 300 espèces réparties dans les régions tropicales et subtropicales du monde entier. Elle est considérée dans le monde entier comme une plante médicinale et des effets hypolipidémiques, hypotension artérielle et antidiabétiques ont été signalés comme étant associés à la consommation d'eau et d'extraits éthanoliques des calices ou de feuilles séchées (Da-Costa-Rocha et al., 2014 ; Bule et al., 2020).

De nombreuses parties de l'Oseille de Guinée, telles que les graines, les feuilles, les fruits et les racines, sont utilisées comme aliments dans différentes régions du monde. Les calices rouges charnus de Roselle sont couramment utilisés pour la production de boissons gazeuses et toniques sans alcool

riches en carotène, riboflavine, anthocyanes, acide ascorbique, niacine, calcium, fer et vitamine C. Au Soudan et au Nigeria, on les fait bouillir avec du sucre pour obtenir une boisson appelée « Karkade » ou « Zoborodo ». Les jeunes feuilles et les tiges tendres de Roselle sont consommées crues ou cuites, ou sous forme de légume aigre. Les graines sont consommées grillées ou moulues dans les repas, comme les soupes et les sauces huileuses. Elles constituent une bonne source de protéines, de matières grasses et de glucides totaux et sont largement utilisées dans l'alimentation de nombreux pays africains (Singh et al., 2017).

### Composition nutritionnelle des feuilles de l'Oseille de Guinée

Les feuilles de roselle sont une bonne source de divers nutriments comme les protéines, les lipides, les glucides, le phosphore, le fer, le  $\beta$ -carotène, la riboflavine et l'acide ascorbique et contiennent de grandes quantités de composés polyphénoliques qui contribuent à la capacité antioxydante et à l'activité anti-inflammatoire. Les graines de roselle sont une bonne source d'huile grasse brute, de protéines brutes, de fibres brutes, d'hydrates de carbone et de cendres. En ce qui concerne les minéraux, le potassium est le plus répandu, suivi du sodium, du calcium, du phosphore et du magnésium. Les principaux acides gras saturés identifiés dans l'huile de graine sont les acides palmitique (20,84%) et stéarique (5,88%) et les principaux acides gras insaturés sont l'acide oléique (32,06%) et linoléique (39,31%) (Riaz et al., 2018).

Tableau 3 : Composition chimique de feuilles d'Oseille de Guinée (fraîches, crues et fraîches, bouillies) et de graines d'Oseille de Guinée rouges, séchées, crues (g / 100g de partie comestible (PC))

	<b>Oseille de Guinée, feuilles, fraîches, crues</b>	<b>Oseille de Guinée, feuilles, fraîches, bouillies</b>	<b>Graines d'oseille de Guinée (datou), rouges, séchées, crues</b>
<b>Énergie (kJ)</b>	167	177	1745
<b>Énergie (kcal)</b>	40	42	417
<b>Eau (g)</b>	87,1	86,2	7,6
<b>Protéines totales (g)</b>	2,7	2,9	0,6
<b>Lipides totaux (g)</b>	0,3	0,3	17,8
<b>Glucides disponibles (g)</b>	4,5	4,8	58,1
<b>Fibres alimentaires totales (g)</b>	4,2	4,5	11,0
<b>Cendres (g)</b>	1,2	1,3	4,9

Source : FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) dans Vincent et al. (2020).

Tableau 4 : Minéraux (mg/100 g PC) dans les feuilles d'Oseille de Guinée (fraîches, crues et fraîches, bouillies) et de graines d'Oseille de Guinée rouges, séchées, crues

	<b>Oseille de Guinée, feuilles, fraîches, crues</b>	<b>Oseille de Guinée, feuilles, fraîches, bouillies</b>	<b>Graines d'oseille de Guinée (datou), rouges, séchées, crues</b>
<b>Calcium</b>	212	226	362
<b>Fer</b>	5,0	5,3	4,5
<b>Magnésium</b>	79	84	48
<b>Phosphore</b>	65	69	462
<b>Potassium</b>	211	224	666
<b>Sodium</b>	13	14	28
<b>Zinc</b>	0,66	0,71	4,30
<b>Cuivre</b>	0,20	0,21	0,31

Source : FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) dans Vincent et al. (2020).

Tableau 5 : Vitamines (dans 100 g PC) dans les feuilles d'Oseille de Guinée (fraîches, crues et fraîches, bouillies) et de graines d'Oseille de Guinée rouges, séchées, crues

<b>VITAMINES</b>	<b>Composants</b>	<b>Oseille de Guinée, feuilles, fraîches, crues</b>	<b>Oseille de Guinée, feuilles, fraîches, bouillies</b>	<b>Graines d'oseille de Guinée (datou), rouges, séchées, crues</b>
<b>Vitamine A (équivalent activité rétinol) (mcg)</b>	Rétinol	218	208	2
<b>Équivalent β- carotène (mcg)</b>		2610	2500	29
<b>Vitamine B<sub>1</sub> (mg)</b>	Thiamine	0,17	0,16	0,09
<b>Vitamine B<sub>2</sub> (mg)</b>	Riboflavine	0,45	0,45	0,25
<b>Vitamine B<sub>3</sub> (Équivalent niacine) (mg)</b>	Niacine	0,9	0,9	6,2
<b>Vitamine B<sub>6</sub> (mg)</b>		0,32	0,31	0,34

<b>Vitamine B<sub>9</sub> (folate, total) (mcg)</b>	Folate	82	61	62
<b>Vitamine C (mg)</b>		33	21	0
<b>Vitamine E (équivalents <math>\alpha</math>- tocophérol) (mg)</b>		0,50	0,53	1,80
	$\alpha$ -tocophérol	0,47	0,49	1,10
	$\beta$ -tocophérol	0,00	0,00	0,030
	$\gamma$ -tocophérol	0,38	0,40	6,70
	$\delta$ -tocophérol	0,00	0,00	0,14

Source : FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) dans Vincent et al. (2020)

Tableau 6 : Acides gras (g/100 g PC) dans les feuilles d'Oseille de Guinée (fraîches, crues et fraîches, bouillies) et de graines d'Oseille de Guinée rouges, séchées, crues

	<b>Oseille de Guinée, feuilles, fraîches, crues</b>	<b>Oseille de Guinée, feuilles, fraîches, bouillies</b>	<b>Graines d'oseille de Guinée (datou), rouges, séchées, crues</b>
<b>Acides gras saturés totaux</b>	0,06	0,06	NS
<b>Acides gras monoinsaturés totaux</b>	0,01	0,01	NS
<b>Acides gras polyinsaturés totaux</b>	0,14	0,14	NS
<b>Acide linoléique</b>	0,03	0,04	NS
<b>Acide <math>\alpha</math>-linoléique</b>	0,10	0,11	NS

NS : non signalés. Source : FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) dans Vincent et al. (2020).

### Composition phytochimique

Les extraits de roselle contiennent divers flavonoïdes et acides polyphénoliques. Dans les extraits méthanoliques, des teneurs plus élevées en phénoliques et en flavonoïdes ont été observées dans les extraits foliaires. La teneur totale en composés phénoliques a été déterminée dans 25 populations différentes du monde entier et elle variait de 18 à 29 mg d'équivalent acide gallique (EAG) /g et comprenait l'acide néochlorogénique, l'acide chlorogénique, l'acide cryptochlorogénique, la quercétine, le kaempférol et leurs glycosides (Zhen et al., 2016).

Tableau 7 : Teneur en composés polyphénoliques et capacité antioxydante totale des échantillons de feuilles d'Hibiscus provenant de pays d'Afrique de l'Ouest

Code	Quantité de constituant chimique (mg/g) (a)								Teneur en composés phénoliques totaux (b)	Teneur totale en antioxydants (c)
	5-HMF	Neo	Chl	Cry	TC	Q	K	TF		
Ghana-1	0,43	7,16	0,46	2,50	10,12	2,64	0,68	3,32	23,2 ± 4,0	128,0 ± 14,0
Ghana-2	1,22	7,02	0,95	2,33	10,30	3,01	0,85	3,86	22,3 ± 3,0	108,2 ± 11,6
Nigeria-1	1,33	5,84	0,89	1,88	8,61	4,59	0,55	5,14	23,7 ± 0,8	137,6 ± 14,5
Nigeria-2	1,06	6,28	0,87	2,72	9,87	3,19	0,74	3,93	21,1 ± 2,3	114,9 ± 10,9
Nigeria-3	1,46	5,44	0,85	1,82	8,11	3,52	0,63	4,15	23,1 ± 2,3	112,5 ± 6,7
Senegal-1	1,24	5,05	1,49	1,88	8,42	3,49	0,75	4,23	24,1 ± 2,8	132,7 ± 16,8
Senegal-2	1,22	5,35	0,78	2,00	8,13	5,44	0,79	6,24	20,4 ± 3,2	111,0 ± 8,3

a) Abréviations : 5-HMF : 5- (hydroxyméthyl) furfural ; Neo : acide néochlorogénique ; Chl : acide chlorogénique ; Cry : acide cryptochlorogénique ; TC : acides chlorogéniques totaux ; Q : quercétine ; K : kaempférol ; TF : aglycones flavonoliques totaux ; b) exprimées en mg gall acide par gramme. c) exprimée en mol de Trolox par gramme

Source : Zheng et al. (2016).

On sait que les extraits de calice séché contiennent des composants chimiques tels que des acides organiques (acide citrique, acide ascorbique, acide maléique, acide hibsicique, acide oxalique, acide tartrique) ainsi que des phytostérols, polyphénols, anthocyanes et autres antioxydants solubles dans l'eau.

Les acides organiques ainsi que les composants bioactifs ont une activité de piégeage des radicaux libres. L'effet bénéfique sur la santé est principalement attribué à ces molécules bioactives (Riaz et al., 2018).

### ***Propriétés fonctionnelles et effets bénéfiques sur la santé de Hibiscus sabdariffa***

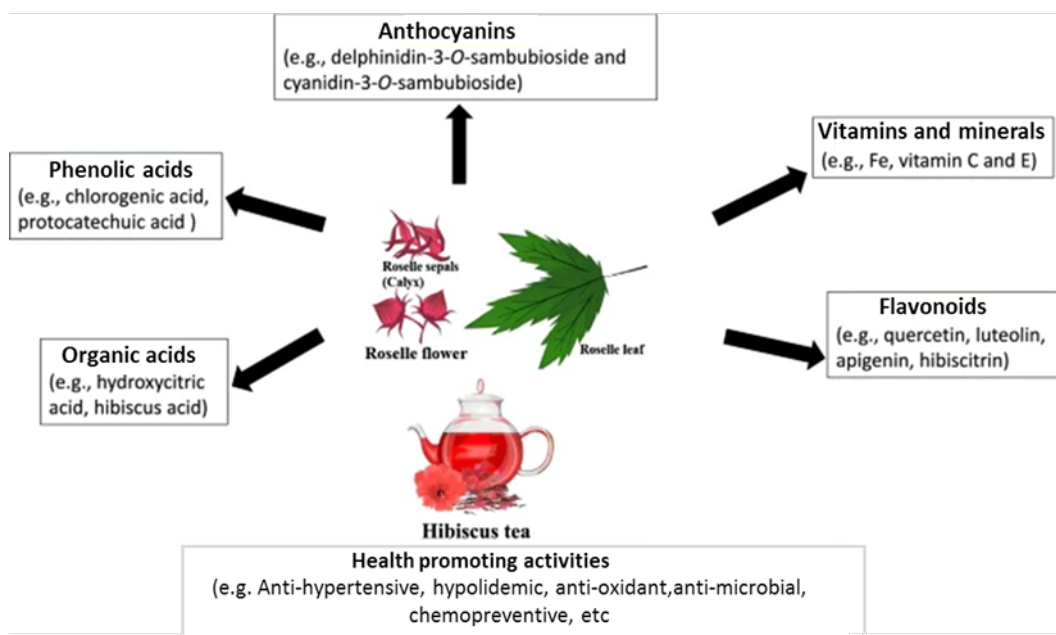


Figure 7 Propriétés fonctionnelles et effets bénéfiques sur la santé de *Hibiscus sabdariffa*. Source : Adapté de Salem et al (2021).

L'*Hibiscus* possède une vaste gamme d'applications médicinales, comme anticancéreuses, anti-spasmodiques, antifongiques, antiparasitaires, antibactériennes, anti-inflammatoires, antipyrétiques, anti-nociceptives, hépatiques et néphroprotectrices, en plus des effets antihypertenseurs potentiels (Da-Costa-Rocha et al., 2014 ; Salem et al., 2021 ; Zhang et al., 2014).

Ces vastes effets médicinaux sont attribués à la présence (principalement dans les fruits et les calices) de nombreux constituants phytochimiques, notamment : minéraux (p. ex., Ca, Fe et Mg), vitamines (p. ex., acide ascorbique), fibres alimentaires solubles et insolubles, anthocyanes (p. ex., delphinidine-3-O-sambubioside et cyanure-3-O-sambubioside), flavonoïdes (p. ex., quercétine, kaempférol, lutéoline et apigénine), phénoliques (p. ex. , acide chlorogénique et acide protocatéchuique) et organiques (p. ex., acide citrique et acide hibiscus) (Riaz et al., 2018).

*Hibiscus* est l'espèce la plus citée contre l'anémie étant riche en fer et en acide ascorbique. Cet acide ascorbique contribue à l'absorption du fer non hémique, ce qui justifie leur potentiel comme antianémique en ethnomédecine (Riaz et al., 2018).

La feuille d'*Hibiscus* présente également diverses bioactivités in vitro et in vivo, notamment des propriétés antioxydantes, antihyperlipidémiques, antiathérosclérotiques et anti-prolifération (Zhen et al., 2016).

La présence de quantités importantes de vitamines, de caroténoïdes et de polyphénols fait de la Roselle un conservateur alimentaire précieux bien documenté et un produit à base de plantes sain antioxydant (Salem et al., 2021).

Tableau 8: Avantages pour la santé associés à la consommation de produits d'hibiscus

Prestations de santé	Composé bioactif
----------------------	------------------

Activité antihypertensive	Composés phénoliques (acide chlorogénique et acide protocatéchuïque), anthocyanes (delphinidine-3-O-sambubioside et cyanidine-3-Osambubioside)
Activité hépatoprotectrice	Anthocyanines
Obésité et activité hypolipidémique	Polyphénols
Activité antimicrobienne	Anthocyanines
Activité antioxydante	Polyphénols, flavanonoïdes (quercétine, kaempférol, lutéoline et apigénine), vitamine C
Activité antitumorale (cytotoxicité et apoptogénicité)	Anthocyanines

Source : Salem et al. (2021).

### **Utilisation des différentes parties de la plante – en tant qu'aliment ou à d'autres fins – et informations sur la transformation**

Traditionnellement, la roselle est cultivée pour sa tige, ses feuilles, ses calices et ses graines, toutes ses parties ayant des applications industrielles, médicinales et autres.

#### **Usage culinaire traditionnel**

En Afrique, les jeunes feuilles et les tiges tendres de roselle sont consommées crues en salade. Les feuilles et les calices sont utilisés comme légumes dans la préparation des soupes et des sauces. Les calices sont spécialement préparés dans une forme texturale convenant à une utilisation comme substitut de viande. Les calices sont congelés ou séchés au soleil/artificiellement pour un approvisionnement hors saison.

Au Burkina Faso, les calices servent à préparer des boissons froides et sucrées, populaires lors d'événements sociaux, souvent mélangées avec des feuilles de menthe ou des arômes de fruits (Ademe et al., 2014). Le « Zobo », une boisson rafraîchissante proche du cassis, est fabriqué à partir du calice (Omobuwajo et al., 2000 ; Riaz et al., 2018).

Le calice rouge est la partie la plus importante de la roselle. Les fruits de la Roselle sont préparés pour être utilisés par lavage, puis en faisant une incision autour de la base dure du calice sous les bractées pour le libérer et l'enlever avec la capsule de graines attachée. Les calices sont alors prêts à être utilisés immédiatement. Ils peuvent être simplement hachés et ajoutés à des salades de fruits (Cissé et al., 2009).

En Afrique, ils sont cuits comme un plat d'accompagnement consommé avec des cacahuètes pulvérisées. Pour les ragoûts comme sauce ou comme garniture pour tartes, on peut les laisser intactes, si elles sont tendres, et les cuire avec du sucre. Après la récolte des calices, la roselle est souvent utilisée comme fourrage pour le bétail (Jamini et Islam, 2021).

Les graines sont utilisées pour leur huile. Les amandes sont grillées et consommées telles quelles, bien que légèrement amères. Les graines sont riches en protéines et après extraction de l'huile, elles sont bouillies et consommées dans des soupes et sont également utilisées comme substitut du café en

Afrique. Dans le nord du Nigéria, les graines sont fermentées en un condiment appelé « mungza ntusa » (Omobuwajo et al., 2000).

### **Usage thérapeutique traditionnel**

Diverses parties de la roselle ont été utilisées en médecine traditionnelle pour traiter les rhumes, les maux de dents, les infections des voies urinaires et la gueule de bois (Riaz et al., 2018). La Roselle a diverses utilisations en nutrition et en médecine populaire. Elle est considérée comme une plante exceptionnelle ayant une variété de composants médicalement importants (produits phytochimiques). Toutes les parties de la plante, à savoir les feuilles, les calices fruitiers et les graines, sont utilisées en médecine traditionnelle. Les extraits de feuilles et de calices de fruits jouent un rôle important dans l'hypertension, les maladies cardiovasculaires, le diabète, le cancer, l'anti-vieillessement, l'obésité, etc. (Jamini et Islam, 2021).

### **Usage industriel**

En tant que culture industrielle, la roselle est sous-utilisée. Les parties végétales telles que les calices, les graines, les fleurs et les feuilles sont utilisées à différentes fins.

#### Utilisations de calices

Les calices rouges sont utilisés pour faire du thé, des boissons fruitées / jus et sont également utilisés comme colorants alimentaires dans la confiture, gelée, tartes, sauces, gâteaux. Leur couleur rouge vif, associée à une saveur exceptionnelle et à d'autres attributs organoleptiques, en font des aliments précieux comme le vin, le sirop, la crème glacée, le pudding, les snacks, les tartes et autres desserts (Duke et Atchley, 1984; Wong et al., 2002).

Le thé Roselle est fait à partir des calices séchés. C'est une tisane sans caféine, très populaire en Afrique, et elle a d'énormes bienfaits pour la santé (elle réduit la glycémie et prévient l'hypertension) (Mohamed et al., 2012). Les calices sont enlevés au champ et transportés rapidement pour séchage. Ils ne doivent pas être séchés au soleil car cela entraîne une perte de couleur, mais après un lavage minutieux, ils doivent être séchés à 60°C dans un séchoir à circulation d'air forcée pour obtenir une teneur finale en humidité inférieure à 8%. L'oseille séchée est ensuite broyée en poudre afin de réduire son volume et les coûts d'expédition (Ademe et al., 2014).

Les calices de Roselle et le sucre sont utilisés pour confectionner une confiture et gelée rouge et acidulée, l'une des utilisations les plus attrayantes (Mohamed et al., 2012).

Les calices de Roselle sont utilisés pour faire de la crème glacée, des yaourts et des puddings. Les yogourts de roselle préparés à partir de jus de roselle ont des effets bénéfiques fabuleux sur la santé pour améliorer les fonctions gastro-intestinales, notamment la digestion du lactose et les symptômes d'intolérance au lactose chez les personnes mal digestives (Heyman, 2000). Elle réduit également le taux de cholestérol et le risque d'hypertension (Taylor et Williams, 1998) et aide à maintenir la population microflorale dans l'intestin (Iwalokun et Shittu, 2007).

La production d'une boisson non alcoolisée à partir de calices de roselle rouge frais ou séchés est très populaire. Il pourrait s'agir d'une option rentable pour les boissons gazeuses produites industriellement (Cid-Ortega et Guerrero-Beltrán, 2015). Le jus de roselle est une boisson populaire lors de nombreux événements sociaux dans des pays comme la Guyane, Antigua, Barbade, Dominique, Grenade, Jamaïque, Trinité, Tobago, Mali, Sénégal, Gambie, Burkina Faso, Soudan et Bénin. Les calices séchés et les boissons prêtes à l'emploi sont largement disponibles dans les

épiceries du Royaume-Uni. Au Sénégal, le jus de roselle est également utilisé pour traiter la conjonctivite et, lorsqu'il est pulvérisé, soulage les plaies et les ulcères (Jamini et Islam, 2021).

#### Utilisation des graines

Les graines de Roselle contiennent une grande quantité d'huile, possèdent de bonnes propriétés physiques et chimiques et ont plusieurs applications industrielles importantes (Mohamed et al., 2007). L'espèce pourrait être l'une des sources prometteuses de production d'huile végétale (Betiku et Adepoju, 2013). L'huile extraite des graines de *H. sabdariffa* a un effet inhibiteur in vitro sur *Bacillus anthracis* et *Staphylococcus albus* (Gangrade et al., 1979).

Les graines de Roselle sont une source de nutriments essentiels, de minéraux et de composés bioactifs et sont responsables d'activités biologiques essentielles au bien-être général. L'enrichissement par l'industrie de la boulangerie d'une source d'éléments nutritifs plus économique, comme la farine de graines de roselle, pourrait améliorer leurs propriétés alimentaires (Rimamcwe et al., 2016).

#### Utilisations des fleurs

Les fleurs de roselle sont également largement utilisées pour faire des tisanes (Mohamed et al., 2012). La Roselle a une valeur ornementale, comme plante de jardin ou fleur coupée. Les tiges rouges décoratives aux fruits rouges mûrs sont exportées en Europe où elles sont utilisées dans les arrangements floraux.

#### Production de fibres

*H. sabdariffa* est l'une des espèces les plus importantes cultivées commercialement comme plante à fibres. Les fibres Hs font l'objet de recherches en cours qui démontrent des propriétés techniques prometteuses lorsqu'elles sont utilisées comme substitut des fibres synthétiques ou minérales dans les matériaux textiles et composites, ainsi que comme matériel de base pour la production de papier de haute qualité (Akubueze et al., 2019; Da-Costa-Rocha et al., 2014). Des microfibrilles de cellulose biopolymère de *H. sabdariffa* ont été isolées et caractérisées (Sonia et Priya-Dasan 2013).

#### Production de colorants

*H. sabdariffa* est une riche source de pigments anthocyaniques hydrosolubles. Les pigments de *H. sabdariffa* peuvent produire du colorant naturel après un certain traitement naturel et peuvent être utilisés comme alternative au colorant synthétique, ce qui peut aider à limiter la pollution chimique de l'environnement. La couleur est produite, sans additifs ni formulation, par broyage et trempage des calices de Roselle dans l'eau, et l'augmentation et la diminution du pH influence l'intensité de la couleur. Le colorant naturel peut être appliqué dans les domaines des tissus, des vêtements, des cosmétiques, etc. (Sankaralingam et al., 2022).

### **Contribution à l'emploi**

Au Burkina Faso, les femmes jouent un rôle majeur dans la production alimentaire à l'échelle familiale. De plus, la roselle est une culture qui nécessite peu d'attention et est souvent considérée comme une culture féminine (Boureima et al, 2015). Cependant, selon la région considérée et la prédominance de la culture, il est possible d'affirmer une prédominance des hommes parmi les producteurs par rapport aux femmes. Dans deux des trois régions étudiées au Niger (Dosso, Maradi et Zinder) pour la culture de la roselle, il y avait une prédominance masculine (près de 80% de l'échantillon interrogé), tandis que dans la troisième région (Dosso), il y avait une prédominance

féminine (77%) pratiquant la culture<sup>3</sup>. Dans ces régions spécifiques, cette dernière culture a pris le rôle d'une culture à grande échelle, gérée par les hommes (Boureima et al., 2015).

Pendant la saison des pluies, il est possible que son prix soit jusqu'à trois fois supérieur à celui du mil ou du sorgho. Au Niger, les agriculteurs ont besoin d'un marché fiable pour leurs produits, dont l'absence entrave le développement de cette culture. Ils auraient donc besoin d'une technologie appropriée et peu coûteuse pour entreposer la roselle en attendant de meilleures perspectives de prix (Boureima et al., 2015).

## Références

- Ademe Y, Axtell B, Fellows P, Gedi L, Harcourt D, La Grenade C, Lubowa M and Hounhouigan J. (2014). Setting up and running a small-scale business producing high-value foods. Opportunities in food processing. Fellows P and Axtell B (Eds). Published by CTA. Pp 455.
- Akubueze EU, Ezeanyanoso CS, Muniru OS, Nwaeche FC, Tumbi MI, Igwe CC and Elemo GN (2019). Extraction and Characterization of Bast Fibres from Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) Stem for Industrial Application. *Journal of Materials Science Research and Reviews*, 2(4): 1-7. Doi: 10.9734/JMSRR/2019/45087
- Atta, S., Seyni, H. H., Bakasso, Y., Lona, I., & Saadou, M. (2011). Yield character variability in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 6(6), 1371-1377.
- Bakasso, Y., Saadou, M., Zongo, J. D., Forso, J., & Toujan, A. (2009). Preliminary assessment of the influence of environment on growth parameters and yield in some genotypes of *Hibiscus sabdariffa* L. from Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 3(5).
- Bakasso, Y., Zaman-Allah, M., Mariac, C., Billot, C., Vigouroux, Y., Zongo, J. D., & Saadou, M. (2014). Genetic diversity and population structure in a collection of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) from Niger. *Plant Genetic Resources*, 12(2), 207-214.
- Betiku E, Adepoju TF. (2013). Sorrel (*Hibiscus sabdariffa*) Seed Oil Extraction Optimization and Quality Characterization. *American Chemical Science Journal*, 3(4), 449-458. Doi: 10.9734/ACSJ/2013/2777
- Boureima S, Moussa B, Lowenberg-DeBoer J. (2015). Analysis of the profitability of PICS bags for the storage of roselle grains (*Hibiscus sabdariffa*) in three regions in Niger. No. 1240-2016-101619.
- Bule M, Albelbeisi AH, Nikfar S, Amini M, and Abdollahi M. (2020). The antidiabetic and antilipidemic effects of *Hibiscus sabdariffa*: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Food Res. Int.* 130, 108980. doi: 10.1016/j.foodres.2020.108980
- Cid-Ortega S, Guerrero-Beltrán JA. (2015). Roselle calyces (*Hibiscus sabdariffa*), an alternative to the food and beverages industries: a review. *J Food Sci Technol.* 52, 6859–6869. doi: 10.1007/s13197-015-1800-9
- Cissé M, Dornier M, Sakho M, Ndiaye A, Reynes M, Sock O. (2009). The bissap (*Hibiscus sabdariffa* L.): Composition and principal uses. *Fruits*, 64, 179-193. doi: 10.1051/fruits/2009013

<sup>3</sup> Toutefois, ce résultat peut avoir été faussé par la composition de l'échantillon dans les deux régions, composé de répondants choisis à partir de la liste des producteurs de noix bambara.

- Da-Costa-Rocha I, Bonnlaender B, Sievers H, Pischel I, Heinrich M. (2014). *Hibiscus sabdariffa* L.—A phytochemical and pharmacological review. *Food Chem.* 165, 424–443. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.05.002
- Duke JA, Atchley AA. (1984). Proximate analysis. In *The handbook of plant science in agriculture*. Christie BR (Ed.). Boca Raton, FL: CRC Press, Inc.
- Gangrade H, Mishra SH, Kaushal R. (1979). Antimicrobial activity of the oil and unsaponifiable matter of red roselle. *Indian Drugs*, 16, 147-148.
- Heyman M. (2000). Effect of lactic acid bacteria on diarrheal diseases. *Journal of the American College of Nutrition*, 19(2), 137S-146S. doi: 10.1080/07315724.2000.10718084
- Islam, A. A., Jamini, T. S., Islam, A. M., & Yeasmin, S. (2016). Roselle: a functional food with high nutritional and medicinal values. *Fundamental and Applied Agriculture*, 1(2), 44-49.
- Iwalokun BA, Shittu MO. (2007). Effect of *Hibiscus Sabdariffa* (Calyce) Extract on Biochemical and Organoleptic Properties of Yogurt. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6, 172-182. doi: 10.3923/pjn.2007.172.182
- Jamini TS, Islam AKMA. (2021). Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.): Nutraceutical and Pharmaceutical Significance. In: *Roselle. Production, Processing, Products and Biocomposites*. Sapuan SM, Nadlene R, Radzi AM, Ilyas RA Eds. Chapter 7 - Pages 103-119. doi: 10.1016/B978-0-323-85213-5.00001-9
- Kéllou, K. K. B., Maârouhi, I. M., Tougiani, A. A., Massaoudou, M., Sanoussi, A., & Yacoubou, B. (2019). Réponse au Di-Ammonium Phosphate des Rendements en Feuilles, en Calices et en Graines des Écotypes d'oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa* L.) au Niger. *European Scientific Journal*, 15(21), 1857 – 7881, Doi:10.19044/esj.2019.v15n21p470
- Mahadevan, N., Kamboj, S. & Kamboj, D, (2009). *Hibiscus sabdariffa* Linn. – An overview. *Natural Product Radiance*, 8: 77-83.
- Mohamed R, Fernández J, Pineda V, Aguilar M. (2007). Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) Seed Oil is a Rich Source of  $\gamma$ -Tocopherol. *Journal of Food Science*, 72, S207-S211. doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00285.x
- Mohamed BB, Sulaiman AA, Dahab AA. (2012). Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in Sudan, Cultivation and Their Uses. *Bulletin of Environment pharmacology and life sciences*, 1, 48-54.
- Omobuwajo TO, Sanni LA, Balami YA. (2000). Physical properties of sorrel (*Hibiscus sabdariffa*) seeds. *Journal of Food Engineering*, 45, 37-41. doi: 10.1016/S0260-8774(00)00039-X
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt R., Jamnadass, R. & Anthony, S. (2009). *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide*. Version 4.0. <http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>
- Ouangraoua, J. W., Kiebre, M., Traore, E. R., Kiebre, Z., Ouedraogo, H. M., & Sawadogo, M. (2021). Caractérisation ethnobotanique de l'Oseille de Guinée (*Hibiscus Sabdariffa* L.) de l'ouest du Burkina Faso. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 32: 437-448.
- Riaz G, Chopra R. (2018). A review on phytochemistry and therapeutic uses of *Hibiscus sabdariffa* L. *Biomed Pharmacother*. 102, 575-586. doi: 10.1016/j.biopha.2018.03.023. E

- Rimamcwe KB., Chavan UD, Kotecha PM, Lande SB. (2016). Physical properties and nutritional potentials of indian roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) seeds. *International Journal of Current Research*, 8(9), 38644-38648.
- Sankaralingam B, Balan L, Chandrasekaran S, Selvam MA. (2022). Anthocyanin: A Natural Dye Extracted From *Hibiscus Sabdariffa* (L.) for Textile and Dye Industries. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. doi: 10.1007/s12010-022-03815-w
- Singh P, Khan M, Hailemariam H. (2017). Nutritional and health importance of *Hibiscus sabdariffa*: a review and indication for research needs. *J Nutr Health Food Eng.* 6, 125–128. doi: 10.15406/jnhfe.2017.06.00212
- Sonia A, Priya Dasan K. (2013). Chemical, morphology and thermal evaluation of cellulose microfibers obtained from *Hibiscus sabdariffa*. *Carbohydrate Polymers*, 92(1), 668-674. doi: 10.1016/j.carbpol.2012.09.015
- Taylor GRJ, Williams CM. (1998). Effects of probiotics and prebiotics on blood lipids. *British Journal of Nutrition*, 80, S225-S230.
- Vincent A, Grande F, Compaoré E, Amponsah Annor G, Addy PA, Aburime LC, Ahmed D, Bih Loh AM, Dahdouh Cabia S, Deflache N, Dembélé FM, Dieudonné B, Edwige OB, Ene-Obong HN, Fanou Fogny N, Ferreira M, Omaghomi Jemide J, Kouebou PC, Muller C, Nájera Espinosa S, Ouattara F, Rittenschober D, Schönfeldt H, Stadlmayr B, van Deventer M, Razikou Yiagnigni A & Charrondiére UR. (2020). FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) User Guide & Condensed Food Composition Table / Table de composition des aliments FAO/INFOODS pour l'Afrique de l'Ouest (2019) Guide d'utilisation & table de composition des aliments condensée. Rome, FAO.
- Wong PK, Yusof S, Ghazali HM, Che Man YB. (2002). Physico-chemical characteristics of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Nutrition & Food Science*, 32, 68-73. doi: 10.1108/00346650210416994
- Zhen J, Villani TS, Guo Y, Qi Y, Chin K, Pan MH, Wu Q. (2016). Phytochemistry, antioxidant capacity, total phenolic content and antiinflammatory activity of *Hibiscus sabdariffa* leaves. *Food Chem.* 190: 673–680. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.06.006.