

**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**

**Livrable 1.1.1 : *Rapport sur le processus de sélection des  
NUS et des zones cibles***



**Partenaire responsable de l'activité : Alliance Bioersity International-CIAT**

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

*Juin 2022*

Etat d'avancement : approuvé

Distribution : Public

Groupe de travail :

- Alliance Bioersivity International-Ciat : Francesca GRAZIOLI, Teresa BORELLI
- AICS : Andrea GHIONE
- CIHEAM-Bari : Jenny CALABRESE, Hamid EL BILALI, Claudio BOGLIOTTI, Silvia LECCI, Marie Reine BTEICH
- CNR : Francesca BOARI, Maria GONNELLA, Vito CANTORE, Francesca CASELLA, Rosa Anna SICILIANO, Virginia CARBONE, Maria Fiorella MAZZEO
- LUKE : Veli-Matti ROKKA, Teija TENHOLA-ROININEN
- Université Joseph Ki-Zerbo : Romaric NANEMA, Jacques NANEMA, Reine Fanta TIETIAMBOU
- Université Abdou Moumoni : Lawali DAMBO, Hamidou FALALOU, Iro DAN GUIMBO
- Afrique Verte APROSSA Burkina Faso: Narcisse OUEDRAOGO, Ali Badara DIAWARA
- Afrique Verte AcSSA Niger: Bassirou NOUHOUE, Haoua MAHAMADOU HIMA

Photo en couverture :

Rencontre avec le président, le chargé des programmes et plusieurs cadres de la Fédération des Coopératives Maraîchères du Niger (FCMN NIYA), Niamey, mars 2022.

**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

Résumé .....	5
1. Introduction et contexte .....	7
2. Description de l'activité 1.1 : Identification des NUS tolérantes au stress et des zones cibles .....	8
3. Processus de sélection des NUS, méthodologie et choix final .....	8
3.1 Premières consultations en ligne, définition des NUS et importance de travailler sur les NUS .....	8
3.2 Réunion des partenaires du projet, Bari - 10 et 11 novembre 2021 .....	10
3.3 Liste des critères de sélection et de priorisation, deuxième réunion à Bari, 9 et 11 janvier 2022, et premier croisement des NUS avec les zones potentielles de travail .....	12
3.4 Choix des poids pour les critères de priorisation .....	19
3.5 Préparation et lancement d'enquêtes en ligne .....	23
3.6 Mission conjointe, consultations et méthodologie, Burkina Faso et Niger, 28 février - 18 mars 2022 .....	24
3.7 Sélection finale des NUS .....	27
4. Processus et résultats de la sélection des zones .....	30
4.1 Burkina Faso : Détermination de la zone d'action du projet .....	30
4.1.2 Identification des villages pour la conduite des activités du projet .....	30
4.2 Niger : Détermination de la zone d'action du projet .....	31
5. Conclusions .....	33
Section 6 : Fiches techniques des NUS .....	35
I. Amarante ( <i>Amaranthus sp.</i> ) .....	35
II. Bambara, Vouandzou ( <i>Vigna subterranea</i> ) .....	50
III. Cassava ( <i>Manihot esculenta</i> ) .....	67
IV. Fabirama ( <i>Solenostemon rotundifolius</i> ) .....	82
V. Gombo ( <i>Abelmoschus esculentus</i> ou <i>Hibiscus esculentus</i> ) .....	98
VI. Moringa ( <i>Moringa oleifera</i> ) .....	113
VII. Oseille de Guinée ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> ) .....	127
VIII. Patate douce ( <i>Ipomoea batatas</i> ) .....	147
Annexe 1. Liste des participants à la réunion des partenaires à Bari, 10 et 11 novembre 2021 .....	174
Annexe 2 : Implication des parties prenantes dans la sélection des sites au Burkina Faso .....	177
Annexe 3 : Implication des parties prenantes dans la sélection des sites au Niger .....	179

**Liste des abréviations et des acronymes**

3AO	Alliance pour l'Agroécologie en Afrique de l'Ouest
ABC	The Alliance of Bioersity International and CIAT
AICS	Agence italienne pour la coopération au développement
AIVs	African Indigenous Vegetables
CCAÉ	Collectif citoyen pour l'agroécologie, Burkina Faso
CNABio	Conseil national de l'agriculture biologique, Burkina Faso
CIHEAM	Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes
COASP	Comité Ouest Africain des Semences Paysannes
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche, Italie
CONAGREP	Commission Nationale de Gestion des Ressources Phytogénétiques, Burkina Faso
CPF	Confédération Paysanne du Faso, Burkina Faso
DGPV	Direction Générale des productions végétales, Ministère d'Agriculture, Burkina Faso
FCMN	Fédération des Coopératives Maraîchères du Niger
FENOP	Fédération nationale des organisations paysannes, Burkina Faso
FIAB	Fédération Nationale des Industries Agro-Alimentaires et de Transformation du Burkina
JKZ	Université Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou
Luke	Natural Resources Institute Finland
NUS	Neglected and Underutilized Species
PFPN	Plateforme Paysanne du Niger
ROPPA	Réseau des organisations paysannes et de producteurs de l'Afrique de l'Ouest
SUSTLIVES	SUSTaining and improvincial crop patrimony in Burkina Faso and Niger for better LIVES and EcoSystems
UAM	Université Abdou Moumouni, Niamey

## Résumé

Dans ce document, nous présentons les résultats de l'activité A1.1 de la première année du projet SUSTLIVES, c'est-à-dire l'activité consacrée au choix des espèces sur lesquelles concentrer les activités du projet et les zones où les mettre en œuvre. L'activité s'est déroulée sur une période d'environ six mois, au cours de laquelle de nombreuses réunions ont eu lieu entre les partenaires du projet, des missions dans les deux pays, et la construction d'une base solide d'acteurs clés qui donnent plus de souffle et de durabilité future aux objectifs du projet.

En ce qui concerne la sélection des espèces, deux ateliers se sont tenus au siège du CIHEAM à Bari, en Italie, au cours desquels une liste exhaustive d'espèces a été présentée, y compris des légumes, des légumineuses et des tubercules qui répondaient à un premier ensemble de critères jugés importants pour le projet, telles que la résistance à la sécheresse, une bonne valeur nutritionnelle et un bon potentiel économique. Cela a été suivi d'une série de discussions bilatérales entre les partenaires pour mieux définir les critères de sélection et de priorisation, utilisés comme lignes directrices pour une enquête en ligne qui recueillerait des avis d'experts pour s'étendre au-delà des partenaires du projet et auxquels différentes données ont été pondérées. L'enquête a reçu un total de 71 réponses, qui ont été triangulées avec les informations recueillies lors des consultations menées au Burkina Faso et au Niger avec les principales parties prenantes.

La sélection finale des NUS était la suivante :

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*)

Et la sélection des zones du projet était comme suit :

- Au Burkina Faso : Boulkiemdé (région Centre-Ouest), Ouhritenga (région Plateau Central), Bazèga (région Centre-Sud), Kadiogo (région centre)
- Au Niger : Boboye et Loga (région Dosso), Kollo et Say (région Tillabéry) et Niamey

Enfin, pour chaque NUS sélectionnée, une fiche technique a été créée dans ce rapport illustrant les caractéristiques agronomiques, la taxonomie, les cultivars, la diversité génétique et les aspects nutritionnels.



Figure 1 Rencontre avec les représentants de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, mars 2022

## 1. Introduction et contexte

SUSTLIVES (*SUST*aining and *improving local crop patrimony in Burkina Faso and Niger for better LIVES 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).

## 2. Description de l'activité 1.1 : Identification des NUS tolérantes au stress et des zones cibles

L'activité 1.1 qui se place dans le cadre du premier résultat du projet, Connaissances sur les NUS sélectionnées sont disponibles et l'accès aux NUS amélioré pour les acteurs « AKIS » au Burkina Faso et au Niger, est sans doute l'une des activités clés, car elle concerne l'identification des zones cibles et des NUS. Cette tâche est coordonnée par l'Alliance Bioversity & Centre International de l'Agriculture Tropical (CIAT) avec le support de CIHEAM-Bari, CNR, LUKE, l'Université Joseph KI-ZERBO et l'Université Abdou Moumouni.

Cette Activité a examiné 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.

Ce rapport est le livrable principal de l'activité et se focalise sur le processus de sélection des cultures cibles fondé sur une démarche consultative et participative entre les parties prenantes, eu égard à la nutrition, la résilience et les possibilités de création de revenus, avec l'ajout de fiches techniques très détaillées sur les NUS sélectionnées.

## 3. Processus de sélection des NUS, méthodologie et choix final

### 3.1 Premières consultations en ligne, définition des NUS et importance de travailler sur les NUS

La première activité de l'A1.1 a été une première série de discussions bilatérales entre l'Alliance et le CHIEAM-Bari pour discuter des différents processus décisionnels à suivre afin d'arriver à un résultat partagé par les partenaires et en même temps en phase avec les exigences des différentes activités du projet et son mandat général.

Par la suite, dans les mois de septembre et octobre 2021, l'Alliance a réalisé un rapide travail de revue de la littérature sur des projets préexistants dans la zone subsaharienne qui avaient étudiés et utilisés différentes NUS afin d'augmenter la résistance climatique et alimentaire des communautés rurales et urbaines.

## African Indigenous Vegetables (AIVs)



Figure 3 African Indigenous Vegetables, Kenya 2021.

Source : The Alliance of Bioversity and CIAT

Et donc on est arrivé à la définition des NUS par la littérature : Espèces agricoles qui ne font pas partie des principales cultures de base, relèvent souvent de la catégorie des « espèces négligées et sous-utilisées » (NUS) et sont parfois appelées cultures « orphelines ». Le concept NUS s'applique d'habitude aux espèces végétales marginalisées, sinon entièrement ignorées, par les chercheurs, éleveurs et décideurs politiques. Il s'agit de cultures non marchandes et appartiennent à un grand groupe riche en biodiversité de milliers d'espèces domestiquées, semi-domestiquées ou spontanées. Elles peuvent être adaptées localement, des cultures mineures ainsi que des espèces forestières non-ligneuses. La désignation « NUS » est également fluide, comme lorsqu'une culture est simultanément une culture majeure bien établie dans un pays et une culture mineure négligée dans un autre.

Les NUS diffèrent des cultures de base de manière fondamentale. Elles ont tendance à être gérées avec des systèmes traditionnels, en utilisant des sources de semences informelles et impliquant un fort élément de genre. Leur transformation peut être laborieuse, le calibrage et le conditionnement primitifs et les produits commercialisés localement avec une participation limitée des grandes entreprises. Longtemps négligée par l'agriculture traditionnelle pour une variété de raisons agronomiques, génétiques, économiques, sociales et culturelles, ces cultures sont aujourd'hui de plus en plus reconnues pour leur rôle potentiel dans l'atténuation des risques dans les systèmes de production agricole. Depuis une dizaine d'années, un nombre croissant de projets a attiré l'attention sur l'importance des NUS dans l'amélioration de la nutrition, la génération de revenus, le maintien de

la santé des écosystèmes et l'autonomisation des personnes pauvres et des marginalisés, ainsi que dans la promotion de la diversité culturelle.

La négligence des NUS et le fait de ne pas les utiliser pleinement découle d'un manque pris de conscience de leur valeur économique et nutritionnelle ; des chercheurs, les agriculteurs, les consommateurs et les décideurs se concentrent sur les principales cultures de base. Des campagnes de sensibilisation du public, une meilleure information et une meilleure formation peuvent aider les agriculteurs et les consommateurs à réaliser les avantages que les NUS peuvent apporter et peuvent encourager les scientifiques et les décideurs politiques à optimiser et à promouvoir ces avantages.

De nombreuses NUS ont le potentiel de contribuer à la sécurité alimentaire aux niveaux locaux et régionaux. Dans un monde de plus en plus globalisé et interdépendant, l'éradication de la faim est une condition préalable à la paix et la sécurité mondiale. Si nous voulons nourrir durablement 9 milliards de personnes en 2050, tout en protégeant l'environnement, en fournissant à tous une alimentation saine et nutritive, et améliorer les moyens de subsistance des agriculteurs, nous avons besoin de systèmes agricoles et alimentaires plus diversifiés.

Bien que les NUS aient généralement des rendements inférieurs à ceux des principales cultures de base, elles compensent souvent cela en étant plus résistantes aux défis biotiques et fournissant des récoltes fiables dans des conditions climatiques défavorables ou sur des sols difficiles. Cette capacité d'adaptation est l'une des principales caractéristiques de nombreuses NUS. Elles sont souvent cultivées dans des zones pauvres où prédominent des conditions agro-écologiques difficiles et où les petits exploitants et les agriculteurs n'ont pas les moyens d'adopter les pratiques agricoles à haut niveau d'intrants, adaptées aux principales cultures de base. Les agriculteurs maintiennent des niveaux élevés de diversité des variétés traditionnelles. Cela constitue une assurance car les variétés traditionnelles sont souvent les mieux adaptées aux écosystèmes marginaux et aux environnements hétérogènes, et les plus résistantes aux ravageurs et aux maladies locales.

### 3.2 Réunion des partenaires du projet, Bari - 10 et 11 novembre 2021

Afin d'éviter tout type de biais initial qui aurait pu provenir d'une définition préétablie et unique de ce qu'est une NUS, les partenaires ont été laissés libres de contribuer à la liste des espèces qu'ils considèrent comme des candidats potentiels pour le projet dans chaque pays.

Ici, la longue liste avec toutes les NUS proposées par les différents partenaires pour les deux pays.

Table 1 Liste exhaustive des NUS proposées par les partenaires du projet

Group	Niger	Burkina Faso
<b>Tubercules</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cassava (<i>Manihot esculenta</i>)</li> <li>2. Taro (<i>Colocasia esculenta</i>)</li> <li>3. Patate douce (<i>Ipomoea batatas</i>)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ignames du Passoré (<i>Dioscorea sp.</i>)</li> <li>2. Fabirama (<i>Solenostemon rotundifolius</i>)</li> <li>3. Taro (<i>Colocasia esculenta</i>)</li> <li>4. Patate douce (<i>Ipomoea batatas</i>)</li> <li>5. Gingembre (<i>Zingiber officinale</i>)</li> </ol>
<b>Légumes</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Corchorus (<i>Corchorus sp.</i>)</li> <li>5. Aubergines africaines (<i>Solanum spp.</i>)</li> <li>6. Gombo (<i>Abelmoschus esculentus</i>)</li> <li>7. Oseille de guinée (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)</li> <li>8. Faux sésame (<i>Ceratotheca sesamoides</i>)</li> <li>9. Cleome (<i>Cleome gynandra</i>)</li> <li>10. Moringa (<i>Moringa oleifera</i>)</li> <li>11. Amarante (<i>Amaranthus sp.</i>)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Cleome (<i>Cleome gynandra</i>)</li> <li>7. Corchorus (<i>Corchorus sp.</i>)</li> <li>8. Oseille de guinée (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)</li> <li>9. Moringa (<i>Moringa oleifera</i>)</li> <li>10. Amarante (<i>Amaranthus sp.</i>)</li> <li>11. <i>Lagenaria siceraria</i> (gourde)</li> <li>12. <i>Ceratotheca Sesamoides</i></li> </ol>
<b>Légumineuses</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>13. Vouandzou (<i>Vigna subterranea</i>)</li> <li>14. Dolique (<i>Vigna unguiculata cylindrica</i> subsp.)</li> <li>15. Soja (<i>Glycine soja</i>)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>13. Vouandzou (<i>Vigna subterranea</i>)</li> <li>14. Lentille de terre (<i>Macrotyloma geocarpum</i>)</li> </ol>

Cette liste initiale des NUS a été présentée pour la première fois à tous les participants du projet lors de la réunion des partenaires du projet SUSTLIVES, organisée au campus du CIHEAM Bari, les 10 et 11 novembre 2021 (La liste des participants à la réunion est en Annexe 1) avec les objectifs suivants

: Assurer un alignement technique, scientifique et méthodologique concernant les activités de SUSTLIVES surtout celles qui commencent durant la première année du projet (août 2021 - juillet 2022), avec une attention particulière à celles qui sont essentielles à la mise en œuvre de tout le projet (p. ex. tâche 1.1) ; et produire une planification détaillée et partagée des activités de la première année du projet, en particulier les ateliers et les réunions à organiser au Burkina Faso et au Niger et impliquant les acteurs locaux, les chercheurs et autres acteurs concernés.

Les prochaines étapes du processus de sélection ont été définies lors de la réunion : (i) AICS, en collaboration avec les Universités de Ouagadougou et Niamey et sur la base des informations disponibles auprès des autorités des deux pays, des Ambassades d'Italie et d'autres partenaires au développement, proposera l'aire d'intervention du projet dans les deux pays aux Délégations de l'Union Européenne pour validation ; (ii) l'Alliance coordonnera le processus de pré-identification des NUS sur la base des critères établis dans le document de projet (p. ex. changement climatique, nutrition, disponibilité durant la période de soudure, potentiel de développement des filières, synergies avec DeSIRA) ; (iii) parallèlement, AICS, suite à des rencontres organisées dans les deux pays, proposera une liste des parties prenantes (p. ex., organisations des producteurs, de femmes, d'association d'entreprises, ROPPA - Réseau des organisations paysannes et de producteurs de l'Afrique de l'Ouest), qui deviendront membres des forums des parties prenantes (stakeholders' forums) et seront consultés pour ce qui concerne l'identification des NUS.

### 3.3 Liste des critères de sélection et de priorisation, deuxième réunion à Bari, 9 et 11 janvier 2022, et premier croisement des NUS avec les zones potentielles de travail

Une fois qu'une liste complète et détaillée des NUS suggérées par tous les partenaires a été reçue et qu'une méthodologie partagée sur la manière de procéder pour la sélection a été définie, une série de critères ont été discutés pour guider le choix de ceux qui relevaient de la définition des NUS et entre celles-ci qui présentaient les caractéristiques les plus intéressantes pour le projet.

Le premier groupe de critères défini est celui des critères de sélection. Ces critères permettent de définir de manière dichotomique, selon chaque partenaire, si le NUS sélectionné répond ou non au critère. Si la majorité des critères de sélection ne sont pas satisfaits, la NUS peut être éliminée, sans avoir à passer par les critères de priorisation.

Tableau 2. Critères de sélection pour les NUS

Critères de sélection	Description
Négligée par la recherche	Il existe de nombreux aspects de la recherche qui n'ont pas encore été explorés.
Plante alimentaire	La NUS a une bonne valeur nutritionnelle.
Résistante à la sécheresse	La NUS est cultivée dans les zones du projet à conditions agro climatiques critiques.
Zone de culture connue	La principale zone de culture de la plante est connue.
Espèce cultivée	L'espèce est cultivée et non spontanée.

L'Alliance, les universités, Afrique Verte, CIHEAM et AICS ont ensuite transmis leurs évaluations concernant les critères de sélection. Une moyenne a été calculée pour chaque critère et pour chaque NUS. Pour faciliter l'analyse, les résultats ont été comparés en prenant trois lignes de démarcation différentes ; NUS avec un score moyen d'au moins 80%, 60% et enfin 40% ou moins.

Suivent les tableaux pour les deux pays.

Tableau 3. Scores des NUS au Burkina Faso selon les critères de sélection

Burkina Faso	Espèces	Score moyen (%)	Score => 80%	Score => 60%	Score => 40%
Groupe tubercules/racines	Ignames du Passoré ( <i>Dioscorea sp.</i> )	100	X	X	X

	Fabirama ( <i>Solenostemon rotundifolius</i> )	100	X	X	X
	Taro ( <i>Colocasia esculenta</i> )	100	X	X	X
	Patate douce ( <i>Ipomoea batatas</i> )	60		X	X
	Gingembre ( <i>Zingiber officinale</i> )	80	X	X	X
<b>Groupe légumes</b>	Cleome ( <i>Cleome gynandra</i> )	60		X	X
	Corchorus ( <i>Corchorus sp.</i> )	60		X	X
	Oseille de guinée ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> )	90	X	X	X
	Moringa ( <i>Moringa oleifera</i> )	90	X	X	X
	Amarante ( <i>Amaranthus sp.</i> )	90	X	X	X
<b>Groupe légumineuses</b>	Vouandzou ( <i>Vigna subterranea</i> )	80	X	X	X
	Lentille de terre ( <i>Macrotyloma geocarpum</i> )	40			X

Tableau 4. Scores des NUS au Niger selon les critères de sélection

Niger	Espèces	Score moyen (%)	Score $\geq$ 80%	Score $\geq$ 60%	Score $\geq$ 40%
<b>Groupe tubercules/racines</b>	Cassava ( <i>Manihot esculenta</i> )	80	X	X	X
	Patate douce ( <i>Ipomoea batatas</i> )	90	X	X	X
<b>Groupe légumes</b>	Corchorus ( <i>Corchorus sp.</i> )	100	X	X	X
	Aubergines africaines ( <i>Solanum spp.</i> )	80	X	X	X
	Gombo ( <i>Abelmoschus esculentus</i> )	100	X	X	X
	Oseille de guinée ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> )	80	X	X	X
	Faux sésame ( <i>Ceratotheca sesamoides</i> )	60		X	X
	Cleome ( <i>Cleome gynandra</i> )	60		X	X
	Moringa ( <i>Moringa oleifera</i> )	80	X	X	X
	Amarante ( <i>Amaranthus sp.</i> )	80	X	X	X
<b>Groupe légumineuses</b>	Vouandzou ( <i>Vigna subterranea</i> )	100	X	X	X
	Dolique ( <i>Vigna unguiculata subsp. cylindrica</i> )	70		X	X
	Soja ( <i>Glycine soja</i> )	80	X	X	X

Vu que seulement une NUS, la lentille de terre, a obtenu un score de 40 %, il a été décidé de conserver la liste complète des NUS pour les prochaines étapes. Entre-temps, un ensemble de critères a été convenu pour aider à prioriser les NUS, afin d'en avoir seulement six par pays.

Ici, les **critères de priorisation** élaborés par les partenaires du projet sont les suivants :

a) *Niveau d'importance culturelle de la NUS malgré un système politique/institutionnel défavorable.*

Ce critère permet de comprendre le niveau d'importance socioculturelle de la NUS. Il tient compte de l'utilisation de la NUS pour des cérémonies, des événements communautaires, des mariages, des funérailles, etc. La NUS a-t-elle un fort ancrage culturel ? Présente-t-elle des valeurs symboliques et plusieurs usages différents ?

b) *Adaptation à la culture sur de petites superficies.*

Ce critère permet d'établir si la NUS peut être cultivée sur de petites parcelles. Cela implique qu'elle pourrait être cultivée, collectée et commercialisée par des femmes ou des groupes défavorisés qui peuvent avoir un accès limité à la terre et aux intrants externes (engrais et pesticides). Les petites zones de culture pourraient être considérées des jardins potagers, des terres dégradées ou des bords de route.

c) *Degré d'inclusion parmi les plantes prioritaires dans les politiques sectorielles du pays.*

Ce critère permet d'établir si la NUS est prise en compte dans les plans nationaux d'actions ou d'autres outils stratégiques opérationnels de différents secteurs (p. ex. agriculture, sécurité alimentaire, nutrition, changement climatique, environnement) ou sur la biodiversité qui visent à assurer la conservation ou le rétablissement dans un état de conservation favorable d'espèces menacées ou faisant l'objet d'un intérêt particulier.

d) *Degré de connaissance du potentiel de production*

Ce critère sert à établir la disponibilité des données sur la production agricole pour la NUS. Les données peuvent être disponibles au niveaux national, régional ou local (le cas échéant) et peuvent inclure des informations qualitatives ou quantitatives.

e) *Disponibilité durant la période de soudure.*

Ce critère établit si la NUS est disponible et utilisée pendant la période de soudure sur un site donné.

f) *Valeur agronomique = niveau de productivité/rendement pour les paysans.*

Ce critère capture la productivité actuelle et le rendement pour les agriculteurs de la NUS au niveau agronomique. Quelle est la performance agronomique de la NUS ?

g) *Degré de promotion de la part des services de vulgarisation étatiques.*

Ce critère permet de comprendre si oui ou non la NUS fait l'objet de vulgarisation dans le pays. Existe-t-il des politiques ou stratégies de vulgarisation de la NUS ? Des variétés améliorées et adaptées ont-elles déjà été développées (ou en cours de développement) par la recherche et vulgarisées par les services de vulgarisation ?

h) *Degré de disponibilité de variétés paysannes avec temps de multiplication court.*

Ce critère permet de comprendre si des variétés traditionnelles à cycle court sont disponibles pour les agriculteurs, en termes de graines et de plants. Des variétés traditionnelles à cycle de production court sont-elles disponibles ? En existent-elles beaucoup ? Est-il facile d'obtenir les graines ou des informations sur la façon de les cultiver ?

i) *Degré de connaissance de développement agro-morphologique de la NUS.*

Ce critère capture les informations actuelles sur l'agro-morphologie de la culture. Ces informations doivent provenir de sa culture dans le pays (ou dans des contextes similaires, le cas échéant). Les données disponibles peuvent inclure des informations qualitatives ou quantitatives.

j) *Qualité du cadre institutionnel.*

Ce critère vise à saisir si l'environnement politique/institutionnel actuel propice à la promotion des NUS. Fait-elle partie des plans de développement politique ? Y a-t-il des activités poussées par le secteur public pour faciliter sa diffusion ou son commerce ?

k) *Contribution à l'emploi, en particulier des femmes et des jeunes.*

Ce critère reflète la dimension socio-économique du système de production et de la chaîne de valeur. Une culture est considérée comme contribuant positivement à l'emploi de manière inclusive si la chaîne de valeur (de la production à la transformation et à la vente) crée des opportunités d'emploi pour les femmes et les jeunes.

l) *Demande potentielle de la NUS par les consommateurs.*

La NUS présente des caractéristiques prometteuses ou des paramètres de marché favorables existent qui peuvent stimuler la demande de la NUS à court terme.

Enfin, l'Université Abdou Moumouni a croisé la présence effective des NUS dans les zones de travail potentielles au Niger, afin de s'assurer qu'il était possible de poursuivre les travaux pour n'importe quelle NUS qui serait ensuite sélectionnée ultérieurement.

Comme il ressort des résultats du tableau suivant, le Taro (*Colocasia esculenta*) et la *Lagenaria siceraria* (gourde) ont donc été éliminés des discussions suivantes, n'étant pas présents dans les zones d'intervention potentielles du projet.

Tableau 4. Première analyse géographique de la présence des NUS au Niger.

Groupes	NUS potentielles	Région Tillabéry			Région Dosso			
		Kollo	Say	Tillabéri	Boboye	Dogondoutchi	Dosso	Loga
Tubercules / racines	Manioc ( <i>Manchot esculenta</i> )	x	x	x	x	x	x	x
	Taro ( <i>Colocasia esculenta</i> )							
	Patate douce ( <i>Ipomoea batatas</i> )	x	x	x	x	x	x	x
Légumes	Corchorus ( <i>Corchorus sp.</i> )	x	x	x	x	x	x	x
	Aubergine africaine ( <i>Solanum aethiopicum</i> )	x	x	x	x	x	x	x
	Gombo ( <i>Hibiscus esculentus</i> )	x	x	x	x	x	x	x
	Oseille de guinée (Bissap, <i>Hibiscus Sabdariffa</i> )	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Ceratotheca Sesamoides</i> (Yodo en Hausa)	x	x	x	x	x	x	x
	Cleome ( <i>Cleome gynandra</i> )	x	x	x	x	x	x	x

	Moringa ( <i>Moringa Oleifera</i> )	x	x	x	x	x	x	x
	Amarante	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Lagenaria siceraria</i> (gourde)							
<b>Légumineuses</b>	Vouandzou ( <i>Vigna subterranea</i> )	x	x	x	x	x	x	x
	Dolique ( <i>Vigna unguiculata subsp. Cylindrica</i> )	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Glycine Soja</i> (soja)	x	x		x		x	

### 3.4 Choix des poids pour les critères de priorisation

Une fois un consensus atteint sur la définition des critères de priorisation, il a été demandé à chaque partenaire de les attribuer des poids. La logique d'attribuer des poids différents à chaque critère découle du constat que tous les critères n'ont pas la même importance au sein du projet, et que différents acteurs peuvent juger différemment l'importance d'un critère.

Les poids qu'il était possible d'attribuer aux critères de priorisation sont les suivants :

- 0 (critère pas du tout important)
- 0,25 (critère d'importance limitée)
- 0,5 (critère d'importance moyenne)
- 0,75 (critère de grande importance)
- 1 (critère d'importance absolue)

Les poids finaux attribués par les partenaires du projet ainsi que les moyennes sont affichés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 Poids finaux attribués par les partenaires

<b>Critères de priorisation des NUS</b>	<b>Bioversity</b>	<b>UJKZ</b>	<b>CIHEAM</b>	<b>AICS</b>	<b>LUKE</b>	<b>UAM</b>	<b>Afrique Verte Burkina / APROSSA</b>	<b>Roma Tre</b>	<b>Afrique Verte Niger / AcSSA</b>	<b>Moyenne</b>
Niveau d'importance culturelle de la NUS malgré un système politique/institutionnel défavorable	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,25	0,6
Adaptation à la culture sur de petites superficies	0,75	0,75	0,75	1	1	0,5	0,25	0,7	0,75	0,7
Degré d'inclusion parmi les plantes prioritaires dans les politiques sectorielles du pays	1	1	0,75	1	0,75	0,5	0,75	0,7	1	0,8
Degré de connaissance du potentiel de production	0,75	0,5	0,5	0,5	0,75	1	0,75	0,9	0,75	0,7

Disponibilité durant la période de soudure	1	1	1	1	1	0,5	0,75	0,9	1	0,9
Valeur agronomique = niveau de productivité/rendement pour les paysans	1	1	1	1	0,25	1	1	0,8	1	0,9
Degré de promotion de la part des services de vulgarisation étatiques	0,25	0	0,5	0,5	0,25	1	1	0,9	0,25	0,5
Degré de disponibilité de variétés paysannes avec temps de multiplication court	1	1	1	0,25	0,5	1	1	1	1	0,9
Degré de connaissance de développement agro-morphologique de la NUS	0,75	1	0,75	0,5	0,75	0,5	0,75	0,7	1	0,7
Qualité du cadre institutionnel	0,75	0,25	1	0,75	0,25	1	0,75	0,7	0,5	0,7

Contribution à l'emploi, en particulier des femmes et des jeunes	1	1	1	1	0,75	1	1	1	1	1,0
Demande potentielle de la NUS par les consommateurs	1	0,75	1	1	1	1	1	1	1	1,0

Une note moyenne pondérée a été calculée pour chaque NUS à partir des valeurs fournies par chaque expert dans l'enquête en ligne (cf. note de l'expert). Le score final pour chaque NUS dans chaque pays est la moyenne arithmétique des scores des experts de la NUS spécifique, comme indiqué dans les paragraphes suivants.

### 3.5 Préparation et lancement d'enquêtes en ligne

Les critères de priorisation ont ensuite été utilisés pendant un sondage en ligne préparé sur la plateforme SurveyMonkey et consultable sur ce site : <https://www.surveymonkey.com/r/CTGPZDH>.

L'enquête commence par une brève introduction sur le but du projet et sur l'importance de collecter des informations sur chaque NUS déjà présente pour chaque critère sélectionné. Le candidat est ensuite invité à choisir le pays à considérer dans l'enquête. Suit une série de questions dans lesquelles chaque critère, pour chaque NUS, est évalué par l'expert en fonction de son importance. Le participant doit attribuer une valeur de 0 à 5 en fonction du niveau d'importance du critère pour la NUS. L'expert a également la possibilité d'ajouter des commentaires supplémentaires pour chaque critère et pour chaque NUS.

#### **Project SUSTLIVES**

Bienvenue dans la section dédiée au Burkina Faso. On vous présentera 10 NUS et pour chacune d'elles une série de critères qui nous aideront à comprendre leur importance dans la région à différents niveaux culturels, institutionnels, agronomiques.

Pour chaque critère, il vous sera demandé de le noter sur une échelle de 1 à 5 en fonction de votre expérience ou de vos connaissances.

Si vous n'êtes pas familier avec une NUS spécifique, vous aurez la possibilité de passer à la suivante jusqu'à la fin de l'enquête.

Nous vous remercions pour votre temps.

*Figure 4 Remarques de bienvenue dans le sondage*

La liste a été partagée avec une centaine d'experts du secteur à travers le réseau des différents partenaires impliqués. Comme mentionné précédemment 71 personnes ont répondu à l'enquête, 47 au Burkina NUS et 25 au Niger.

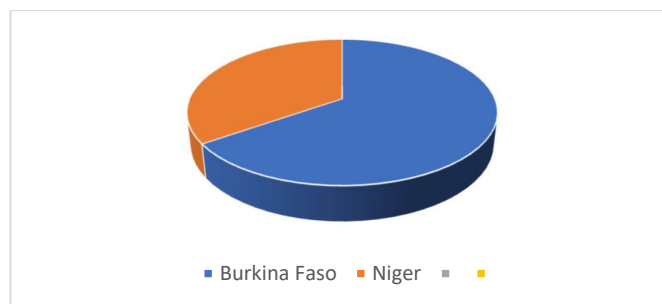


Figure 5 Nombre de répondants par pays

Les résultats pour chaque critère et pour chaque NUS ont été croisés avec les résultats des consultations qui feront l'objet du paragraphe suivant.

### 3.6 Mission conjointe, consultations et méthodologie, Burkina Faso et Niger, 28 février - 18 mars 2022

Dans le cadre de cette activité, le CIHEAM-Bari, l'Alliance of Bioversity and CIAT et les représentants de l'AICS Ouagadougou, ont convenu de se rencontrer d'abord à Ouagadougou au Burkina Faso du 28 février au 7 mars, puis à Niamey au Niger du 7 au 18 mars dans le but de finaliser l'activité 1.1 portant sur la sélection des NUS et des sites du projet.

Une série de consultations ont été réalisées avec les partenaires locaux et les principales parties prenantes. Le contenu des lesquelles a donné lieu à la finalisation de la priorisation des NUS présélectionnés dans les mois précédents par le groupe de travail de l'activité 1.1, ainsi que sur la collecte d'informations utiles pour le développement des prochaines activités du projet. Les informations recueillies ont été ensuite triangulées avec les résultats de l'enquête en ligne sur la priorisation des NUS lancée en février 2022, et conclue avec 71 réponses des deux pays (47 pour le Burkina Faso et 25 pour le Niger).

Dans le même temps, la sélection finale des zones d'intervention pour les deux pays par les universités a été effectuée et présentée lors des différentes réunions.

L'objectif de ces consultations était d'avoir les opinions et les perceptions des parties prenantes concernant le choix définitif des NUS et des sites du projet. Les consultations avaient des objectifs spécifiques différents selon l'identité de l'institution rencontrée. L'objectif plus général était de

présenter le projet, afin de faire connaître à l'avance les différentes activités prévues sur le terrain et de recueillir les contributions et les suggestions des parties prenantes.

Lors des rencontres avec les parties prenantes, l'exercice de priorisation des NUS a été poursuivi suivant la méthode suivante : Pour chacun des 3 groupes de plantes, chacune des parties prenantes a classé par ordre de priorité les NUS (de 1<sup>ère</sup> à X<sup>ième</sup>, 1<sup>ère</sup> étant la NUS la plus prioritaire du groupe, X étant le nombre de NUS dans le groupe) et a indiqué les raisons de leur hiérarchisation.

Les résultats des consultations ont été croisés avec ceux du sondage. En général les résultats du sondage ont été retenus pour la priorisation des NUS de sorte à avoir deux NUS par groupe pour un total de 6 par pays, mais en fonction des criticités exprimées par les parties prenantes lors des consultations, des ajustements seront éventuellement faits.

Des méthodes et outils de recherche-action participative, tant quantitative que qualitative, ont été appliqués afin de déceler et analyser de façon raisonnée les différences et les questions liées au genre et à l'âge, à l'échelle locale, lors des consultations avec les parties concernées et pendant les processus de suivi pour finaliser le choix des cultures. L'état et les menaces d'érosion génétique des cultures ont été également discutés lors des consultations.

Tableau 6. Liste des participants aux consultations, mars 2022.

Agenda des consultations au Burkina Faso	
Mardi 1 mars	3- Direction Générale des productions végétales (DGPV)/Point focal agroécologie (Ministère de l'Agriculture). Représentée par : Mohamed Porgo, Directeur Général 1- Conseil national de l'agriculture biologique (CNABio). Représenté par : Souleymane Yougbaré, Technicien
Mercredi 2 mars	3- Comité Ouest Africain des Semences Paysannes (COASP) – Burkina, Représenté par : Richard Y. Minougou, Président 4- Collectif citoyen pour l'agroécologie (CCAÉ). Représenté par : Ali Tapsoba, Porte-parole
Jeudi 3 mars	5- Commission Nationale de Gestion des Ressources Phytogénétiques (CONAGREP). Représentée par : Dr. Soulama Soungalo, Secrétaire Permanent

Vendredi 4 mars	<p>6- Coalition pour la transition agro-écologique (Azione TerrAE). Représentée par : Eugenio Attard, Coordinateur National</p> <p>7- Fédération nationale des organisations paysannes (FENOP). Représentée par : Issouf Sanou, Coordonnateur</p> <p>8- Fédération Nationale des Industries Agro-Alimentaires et de Transformation du Burkina (FIAB). Représentée par : Simone Zoundi (Présidente)</p>
Lundi 7 mars	<p>9- Confédération Paysanne du Faso (CPF). Représentée par : Issoufou Porgo, Secrétaire Permanent</p> <p>10- Réseau des Organisations Paysannes et des Producteurs de l'Afrique de l'Ouest (ROPPA)/Alliance pour l'Agroécologie en Afrique de l'Ouest (3AO). Représentés par : Ousseini Ouedraogo, Secrétaire Permanent-ROPPA, et Karim Sawadogo, Secrétaire Permanent 3AO</p>
Agenda des consultations Niger	
Mardi 8 mars	<p>2- Plateforme Paysanne du Niger (PFPN). Représentée par : Bagna Djibo Président</p>
Mercredi 9 mars	<p>3- Fédération des Unions des Sociétés Coopératives du Niger - Mooriben, Représenté par : Mahamadou Sanoussi Hassane, Directeur</p>
Jeudi 10 mars	<p>11- Comité National des Semences.</p> <p>12- Raya Karkara.</p>
Vendredi 11 mars	<p>13- Point Focal Agroécologie - Ministère de L'Agriculture et de l'élevage. Représenté par Mariama Drouhimou</p>
Lundi 14 mars	<p>14- Fédération des Coopératives Maraîchères du Niger – FCMN Niya. Représentée par : Arohalassi Halidou Moussa, Chargé des Programmes</p>
Mardi 15 mars	<p>15- Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger (RECA) Représenté par : Patrick Delmas, Assistant Technique</p>

En ce qui concerne les sites, les liste des communes/villages proposées par les universités ont été présentées pour avoir l'appréciation des parties prenantes concernant la facilité de travailler sur les sites. Les parties prenantes ont été également invitées à notifier les activités et/ou les initiatives en cours ainsi que des collaborations avec des groupements de producteurs/coopératives sur les sites proposés.

### 3.7 Sélection finale des NUS

Il est important de noter que lors des consultations, sans être influencés par l'équipe du projet, les critères d'importance et les raisons des choix des NUS proposés par les parties prenantes coïncidaient généralement avec ceux proposés dans l'enquête.

Dans le tableau suivant, nous pouvons voir les résultats de l'enquête en ligne considérant les poids pour chaque critère donnés par les partenaires du projet et la moyenne des différentes consultations.

Tableau 7 Résultats de l'enquête en ligne, poids pour chaque critère et moyenne des différentes consultations, Burkina Faso

Groupe	NUS - Burkina Faso	Enquête		Consultations
		Score	Classement	Classement
Tubercules/racines	Ignames du Passoré ( <i>Dioscorea sp</i> )	29,06	3	3
	Fabirama ( <i>Solenostemon rotundifolius</i> )	28,14	4	5
	Taro ( <i>Colocasia esculenta</i> )	27,44	5	4
	Patate douce ( <i>Ipomoea batatas</i> )	35,56	1	1
	Gingembre ( <i>Zingiber officinale</i> )	32,64	2	2
Légumes	Corchorus ( <i>Corchorus sp.</i> )	27,96	4	4
	Oseille de guinée ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> )	34,26	1	2
	Moringa ( <i>Moringa oleifera</i> )	32,68	2	1
	Amarante ( <i>Amaranthus sp.</i> )	30,47	3	3
Légumineuses	Vouandzou ( <i>Vigna subterranea</i> )	31,82	1	1
	Lentille de terre ( <i>Macrotyloma geocarpum</i> )	27,55	2	2

Les données ont ensuite été croisées avec la probabilité de rencontrer des NUS dans les régions d'action. Par conséquent, bien que le gingembre et l'igname de Passoré aient obtenu des scores plus élevés dans l'ensemble, la Fabirama a été choisie en considération de la durabilité pour toutes les activités futures du projet.

Il convient également de noter que lors des consultations, tous les intervenants clés ont souligné que la lentille de terre était peu connue, non cultivée dans les zones sélectionnées et utilisée principalement comme aliment pour le bétail. Il a donc été décidé d'inclure une NUS supplémentaire dans le groupe des légumes ainsi qu'avoir deux légumineuses.

La liste finale des 6 NUS retenues au Burkina est la suivante :

- 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*)

Dans le tableau suivant, les résultats des consultations, les scores de l'enquête et le classement de l'enquête sont rassemblés pour le Niger.

Tableau 8 Résultats de l'enquête en ligne, poids pour chaque critère et moyenne des différentes consultations, Burkina Faso

Groupe	NUS - Niger	Enquête		Consultations
		Score	Classement	Classement
Tubercules/racines	Cassava ( <i>Manihot esculenta</i> )	32,6	1	1
	Taro ( <i>Colocasia esculenta</i> )			3
	Patate douce ( <i>Ipomoea batatas</i> )	31,9	2	2
Légumes	Corchorus ( <i>Corchorus sp.</i> )	27,9	5	5
	Aubergines africaines ( <i>Solanum spp.</i> )	26,3	6	6
	Gombo ( <i>Abelmoschus esculentus</i> )	36,9	2	3
	Oseille de guinée ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> )	34,0	3	4
	Faux sésame ( <i>Ceratotheca sesamoides</i> )	28,2	4	2

	Cleome ( <i>Cleome gynandra</i> )	21,8	8	7
	Amarante ( <i>Amaranthus sp.</i> )	26,2	7	8
	Moringa ( <i>Moringa oleifera</i> )	41,5	1	1
Légumineuses	Vouandzou ( <i>Vigna subterranea</i> )	31,5	1	1
	Dolique ( <i>Vigna unguiculata</i> <i>subsp. cylindrica</i> )	28,5	2	2
	Soja ( <i>Glycine soja</i> )	24,8	3	3

En ce qui concerne le Niger, dans ce cas également, il a été décidé d'exclure la dolique hors de la sélection finale ; plusieurs parties prenantes consultées ont signalé que la plante est peu connue et principalement utilisée comme fourrage pour les animaux. En retour, les partenaires de l'Université Abdou Moumouni ont proposé de l'étudier en tant que NUS supplémentaire dans certains des sites sélectionnés.

La liste finale des 6 NUS retenues au Niger est la suivante :

- 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*)

## 4. Processus et résultats de la sélection des zones

### 4.1 Burkina Faso : Détermination de la zone d'action du projet

Les sites pour la conduite des travaux ont été identifiés sur la base des principaux critères que sont :

- Enjeux sécuritaires : Ne pas être dans la zone du pays à conditions sécuritaires délétères ;
- Distance de la capitale: La possibilité d'aller travailler sur les sites et revenir dormir à Ouagadougou ;
- Considérations agro-écologiques et pédoclimatiques : Etre en zone agricole et situé dans une zone agroécologique critique (saison courte et régime pluviométrique instable) ;
- Possibilités de partenariat et collaboration : Existence d'organisations paysannes travaillant sur place avec les agriculteurs/communautés.

Pour ce faire, l'identification des sites s'est passée en deux étapes à savoir :

- Détermination de la zone d'action du projet (cf. régions et provinces) ;
- Identification des villages pour la conduite des activités du projet.

La détermination de la zone d'action a été faite sur la base des premiers critères relatifs à la sécurité et aux conditions climatiques et agro-écologiques. L'une des priorités ayant été de garantir la sécurité des acteurs du projet, l'examen de la situation sécuritaire nationale et son évolution a conduit à limiter la zone d'intervention dans un rayon de 100 km de Ouagadougou en excluant la région Centre Nord qui connaît une évolution inquiétante de la situation sécuritaire.

La zone retenue sur la base du contexte sécuritaire permet de prendre en compte le critère agro-écologique et climatique car située dans une région intermédiaire entre le sud qui est la plus arrosée (1000 à 1300 mm d'eau par an) et à bonnes conditions agro-pédologiques et la zone Nord du pays, la moins arrosée (moins de 600 mm d'eau par an) et à faibles activités agricoles. Dans cette zone, quatre provinces ont été retenues de sorte à couvrir la diversité des conditions agro-climatiques. C'est ainsi que les provinces suivantes ont été retenues : Boulkiemdé (région Centre Ouest), Oubritenga (région Plateau Central), Bazèga (région Centre Sud) et Kadiogo (région Centre).

#### 4.1.2 Identification des villages pour la conduite des activités du projet

Cette étape a été conduite avec l'appui de personnes ressources des services techniques des directions provinciales de l'agriculture de chaque province. Il s'agit de : WAONGO Lucienne pour la Bazèga, KABORE Michel pour l'Oubritenga et de OUEDRAOGO/SEBGO Servienne pour la province du Boulkiemdé. Dans chaque province, deux à quatre villages ont été donc retenus sur la base du troisième critère. Il s'agit donc des villages où sont conduites des activités agricoles et particulièrement les plantes négligées. Pour la province de Kadiogo, et pour le site de Loumbila dans la province de l'Oubritenga, l'identification des sites a été directement faite par l'Université Joseph Ki-Zerbo et AICS sur la base des expériences précédentes de collaboration. C'est ainsi que les villages suivants ont été retenus (Tableau 9).

*Tableau 9 Liste des sites du projet au Burkina Faso.*

Régions	Provinces	Communes	Villages
Centre Ouest	Boulkiemdé	Kokologho	Nidaga
		Kokologho	Ménéga
		Pella	Pelbilen
		Pella	Pella
Plateau Central	Oubritenga	Ziniaré	Kolgondiessé
		Ziniaré	Songpelsé
		Loumbila	Loumbila
Centre Sud	Bazèga	Saponé	Godin
		Kombissiri	Goudren
Centre	Kadiogo	Koubri	Koubri
		Pabré	Pabré

La localisation des sites du projet au Burkina Faso est indiquée dans la carte suivante (Figure 6).

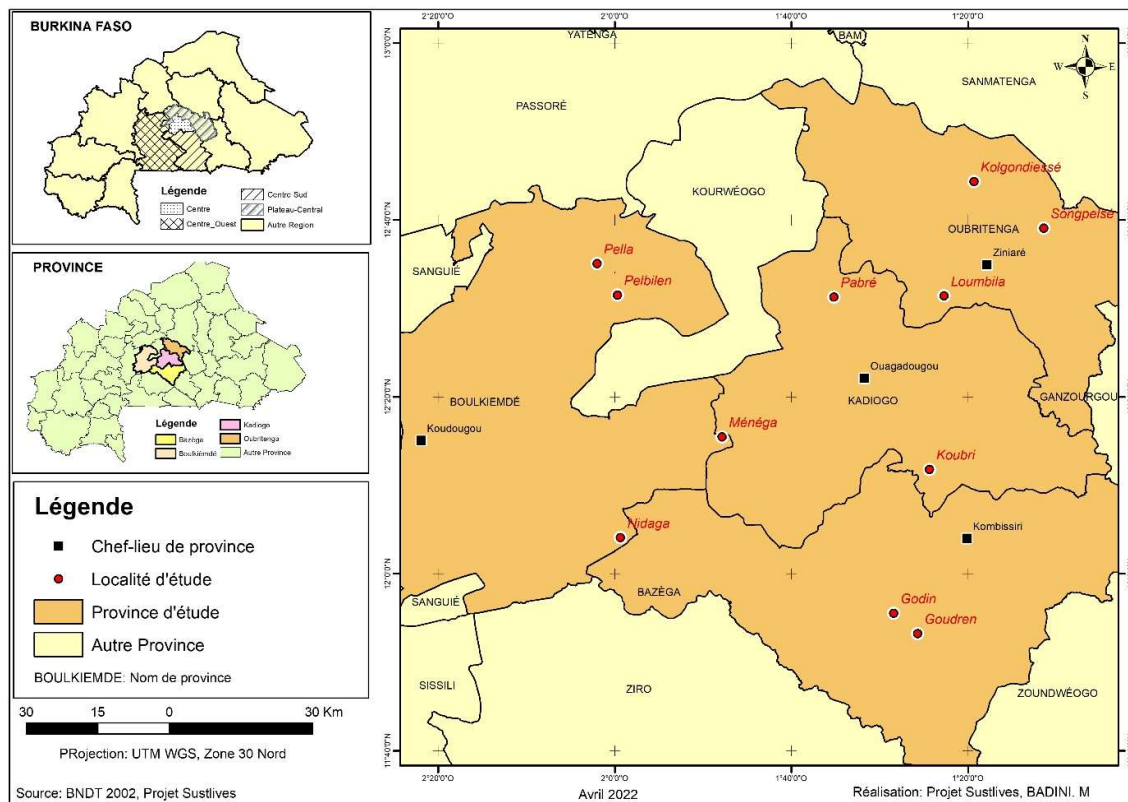


Figure 6 Localités retenues pour la conduite des activités du projet au Burkina Faso.

#### 4.2 Niger : Détermination de la zone d’action du projet

Pour la mise en œuvre du projet SUSTLIVES, l'équipe du Niger a choisi dix sites pour mener ses activités. Ces sites sont répartis dans les régions de Dosso, Tillabéri et Niamey.

La démarche ayant conduit au choix des sites a été un processus participatif et inclusif entre les chercheurs et divers acteurs présents sur le terrain. Ces acteurs sont composés des services techniques, des projets de développement, d'ONG et d'organisations de producteurs intervenant dans les différents sites. Ainsi, les critères retenus englobent plusieurs aspects :

- La situation sécuritaire qui oblige à choisir des sites accessibles dans des zones sécurisées. A cet effet une carte des zones accessibles a été réalisée, permettant de délimiter une zone potentielle pour le déroulement des activités du projet ;
- La localisation géographique permettant d'identifier des sites où les équipes pouvaient travailler dans la journée et revenir dormir à Niamey. A ce niveau les régions de Dosso, Tillabéri et Niamey ont été retenues. Sept sites en zone rurale et revenir à Niamey ont été retenus contre trois en zone urbaine. Les sites urbains ont l'avantage d'être visités rapidement par des partenaires en mission courte au Niger et offrent parallèlement une visibilité permanente des activités du projet ;
- Les paramètres physiques et surtout climatiques pour tenir compte des conditions environnementales locales des différents sites identifiés. Cela a permis de diversifier les contextes en choisissant des sites sur le plateau, dans les vallées fossiles et dans la vallée du fleuve ;
- La présence de projets de développement, d'organisations non gouvernementales, d'organisations de producteurs travaillant sur les sites et si possible sur les NUS sélectionnées par le projet. Cela permet de créer des synergies d'action et de renforcer les partenariats gagnant-gagnant entre Sustlives et ses acteurs ;
- La dynamique organisationnelle présente sur les sites (organisations des producteurs dynamiques et fonctionnelles) ;
- L'accessibilité et la disponibilité de certaines infrastructures facilitant le suivi des expérimentations (cas de Sadoré avec la présence de l'ICRISAT et le site de la Faculté d'agronomie de l'UAM).

A l'issue du processus d'identification, les dix sites suivants ont été retenus. Il s'agit de :

- Falwel (commune de Falwel, département de Loga)
- Harikanasou (commune de Harikanassou, département du Boboye)
- Kiota (commune de Kiota, département du Boboye)
- Boulal Gaouri Zarma (commune de NGonga, département du Boboye)
- Koran Kassa Zarma (commune urbaine de Birni NGAouré, département du Boboye)
- Kankandi (commune de Kankandi, département du Boboye)
- Liboré (commune de Liboré, département du Kollo)
- Sadoré (commune de Youri, département du Boboye)
- Goudel (Arrondissement communal Niamey 1, Ville de Niamey)
- Faculté d'agronomie/UAM (Arrondissement communal Niamey 5, Ville de Niamey)

## 5. Conclusions

Dans ce rapport, nous avons décrit de manière exhaustive le processus qui a conduit à la sélection des NUS et des zones de travail du projet au Burkina Faso et au Niger.

En ce qui concerne les NUS, la revue de littérature, l'interaction et l'échange entre les partenaires du projet lors des réunions présentes et virtuelles, le sondage en ligne et les consultations avec les parties prenantes (représentant, entre autres, les institutions de recherche et de formation, les organisations de la société civile, les groupements de producteurs) ont permis la sélection de 8 NUS, 6 par pays dont 4 NUS communes aux deux pays, représentant les 3 groupes botaniques sur lesquelles se focalise le projet SUSTLIVES (tubercules et racines, légumes et légumineuses). Les NUS 6 sélectionnées au Burkina Faso sont : patate douce et fabirama (tubercules/racines), oseille de guinée, moringa et amarante (légumes) et vouandzou (légumineuses). Tandis qu'au Niger les NUS sélectionnées sont : patate douce et cassava/manioc (tubercules/racines), oseille de guinée, moringa et gombo (légumes) et vouandzou (légumineuses). Pour chaque NUS sélectionnée, une fiche technique, traitant aussi bien les aspects agronomiques que nutritionnels, a été préparé.

Parallèlement, l'équipe du projet a procédé à l'identification des sites d'intervention qui couvrent 7 régions dans les deux pays (4 régions au Burkina Faso et 3 régions au Niger). Il s'agit au Burkina Faso des provinces de Boulkiemdé (région Centre-Ouest), Ouhimbé (région Plateau Central), Bazèga (région Centre-Sud) et Kadiogo (région Centre). Les sites retenus au Niger sont localisés dans les départements de Boboye et Loga (région Dosso), Kollo et Say (région Tillabéry) et Niamey.

Les consultations avec les parties prenantes ont été particulièrement utiles pour fournir des informations utiles pour les phases ultérieures du projet, c'est-à-dire quels autres acteurs étaient déjà sur place, quel était l'intérêt des communautés par rapport à la NUS et surtout quels étaient leurs besoins et comment le projet peut aider à y répondre.

En outre, les résultats provenant des consultations approfondies et de l'enquête en ligne auraient dû donner lieu à deux ateliers finaux des parties prenantes à Ouagadougou, Burkina Faso et Niamey, Niger. Cependant, en raison des vagues continues du virus Covid-19 et des récents changements politiques vécus au Burkina Faso, il a été choisi de conserver le format de consultation bilatérale et de partage des résultats finaux avec toutes les parties concernées.

Au cours des mois de mai et juin 2022, les premières missions de terrain – concernant les activités 1.2<sup>1</sup>, 1.3<sup>2</sup>, 1.4<sup>3</sup> et 1.6<sup>4</sup> - ont eu lieu dans le but de :

- Informer les autorités administratives et coutumières aux niveaux régional, provincial et local du projet et des activités prévues dans leurs localités
- Organiser des assemblées communautaires sur les sites d'intervention
- Connaître les projets/programmes agricoles en cours sur les sites
- Cartographier les banques de semences communautaires

<sup>1</sup> Identification des agriculteurs gardiens, des banques de gènes communautaires et des meilleures pratiques

<sup>2</sup> Accès, sélection, multiplication et distribution des semences des NUS cibles tolérantes au stress

<sup>3</sup> Evaluation des calendriers saisonniers des cultures et de la sécurité nutritionnelle

<sup>4</sup> Campagnes de communication et de sensibilisation

Enfin, la conclusion de l'activité 1.1 a permis de procéder également à l'engagement des communautés locales qui comprend des missions dans chaque village dans lesquelles :

- 1- Présenter le projet à la communauté
- 2- Comprendre les groupements/coopératives qui sont présents dans les localités et sur quoi ils travaillent
- 3- Fournir une cartographie approximative des agriculteurs gardiens (identité, ce qui fait d'eux des agriculteurs gardiens, sexe, âge)
- 4- Avoir une première compréhension de l'existence de banques de semences communautaires dans les sites du projet ou dans des localités proches

## Section 6 : Fiches techniques des NUS

### I. Amarante (*Amaranthus sp.*)



Figure 1, A : Inflorescence verte en épis ramifiés, B : Inflorescence verte en épi, C : Inflorescence en grappe violette, D : Inflorescence violette en grappe, E : Inflorescence verte en grappe.

Source : Ouedraogo *et al.* (2021)

#### Taxonomie, cultivars, diversité génétique

##### 1 Taxonomie :

Le statut taxonomique et la relation interspécifique du genre sont mal compris en raison de la grande variation phénotypique. Cette variation est due, entre autres, à l'hybridation sporadique entre les espèces (voir Ouedraogo *et al.* 2021).

Les *Amaranthaceae* sont une famille de plantes à fleurs communément appelée famille des amarantes, en référence à son genre type *Amaranthus*. Il comprend l'ancienne famille des *chénopodiacées* et contient environ 165 genres et 2040 espèces ce qui en fait la lignée la plus riche en espèces au sein de son ordre parent, les *Caryophyllales*.

L'amarante est un genre cosmopolite des plantes vivaces annuelles ou de courte durée. Quelques espèces d'amarante sont cultivées comme légumes-feuilles, pseudo-céréales, et plantes ornementales.

L'amarante varie en couleur de fleur, de feuille et de tige avec une gamme de pigments saisissants du spectre du marron au cramoisi et peut pousser longitudinalement de 1 à 2,5 mètres (3 à 8 pieds) de hauteur avec une tige cylindrique, succulente et fibreuse qui est creuse avec des rainures et des bractéoles à maturité.

##### 2. La culture et les cultivars connus :

Les types des espèces d'*Amaranthus* cultivées au Burkina Faso :

Au Burkina Faso, les amarantes sont communément appelées « Bolombourou » dans la langue mooré locale. Six espèces ont été identifiées (*Amaranthus dubius*, *Amaranthus graecizans*, *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus hypochondriacus*, *Amaranthus viridis*, *Amaranthus spinosus*) mais seules trois espèces sont cultivées: *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus hypochondriacus*, *Amaranthus dubius*.

De manière générale, les espèces cultivées peuvent être classées en deux principaux groupes, celles cultivées pour leurs feuilles comestibles et celles cultivées pour leurs graines (Ouedraogo et al. 2021).

### 3. Diversité des amarantes au Burkina Faso

L'étude de Ouedraogo et al. (2021) a révélé une grande diversité phénotypique caractérisée par la couleur de la tige et des feuilles, la forme et la taille des feuilles ainsi que la couleur de l'inflorescence (Figure 1). Trois variantes de couleur ont été observées, à savoir la couleur verte (85%), la couleur violette (12,5%) et la couleur verte-violette (02,5%) (Figure 2).

Le système racinaire est de type peu profond et pivotant. Trois variations de couleur ont été observées : rouge, rose clair et blanc (Figure 3).

La couleur des feuilles au stade épiaison présente une large variation allant du vert au violet avec une prédominance de couleur vert clair. La majorité des feuilles avaient un limbe lancéolé, les autres étaient ovales ou ovales lancéolées.

Sept morphotypes appartenant à trois espèces ont été observés : *Amaranthus cruentus* (Figure 4), *Amaranthus hypochondriacus* (Figure 5) et *Amaranthus dubius* (Figure 6). L'analyse de variance a montré plusieurs caractères quantitatifs discriminants dont la hauteur, le diamètre de la tige, le nombre de branches et le nombre de jours avant la floraison. L'espèce *Amaranthus cruentus* à feuilles vertes a montré les rendements les plus élevés en biomasse foliaire (283,57 g) avec un cycle de floraison long (72,5 jours) et un nombre élevé de ramifications (45,6). Des accessions à feuilles ovales à larges limbes longs et à floraison précoce ont été identifiées chez l'espèce *Amaranthus dubius*. Le morphotype vert clair de l'espèce *Amaranthus hypochondriacus* et les accessions de l'espèce *Amaranthus dubius* ont produit une faible biomasse foliaire.

Plus d'informations sur ces trois espèces importantes peuvent être trouvées dans *Aderibigbe et al. (2022)*.



Figure 2. Color of seedlings at emergence.



Figure 3. Root colors in amaranth.

Figure 2. Couleur des plantules d'aramante.

Figure 3. Forme et couleur des racines

Source : Ouedraogo et al. (2021).

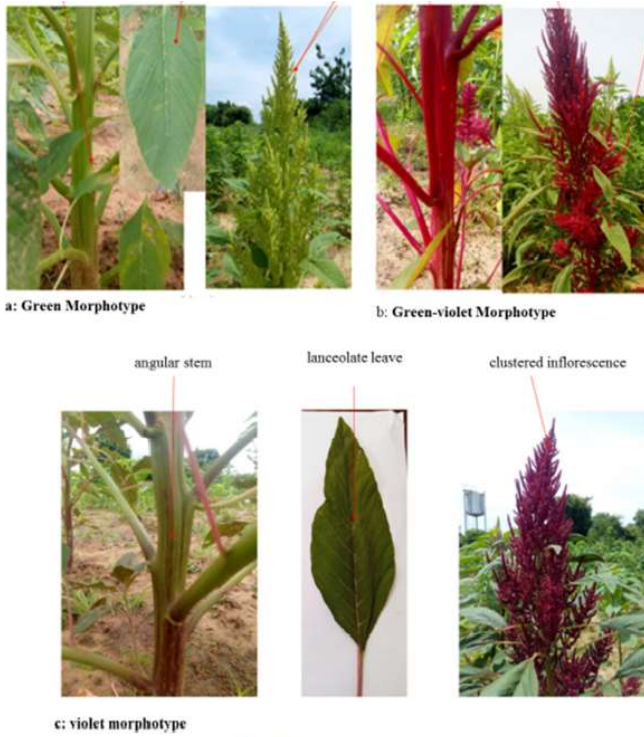
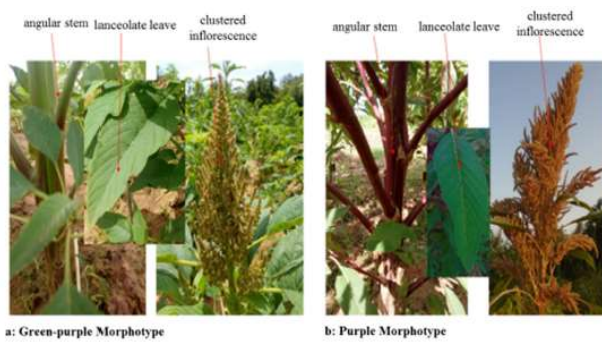
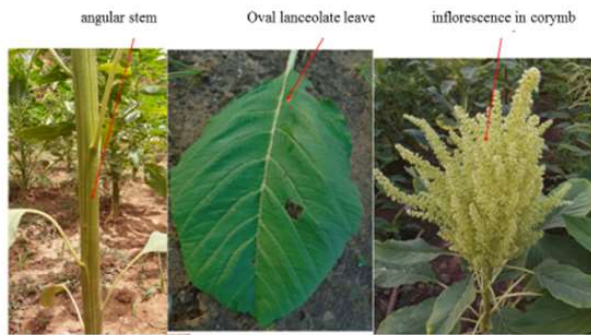


Figure 6. *Amaranthus cruentus*.

Figure 4. *Amaranthus cruentus*

Source : Ouedraogo et al. (2021)

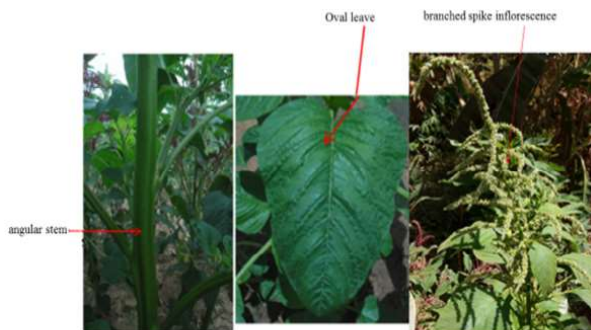




c: Light green morphotype

Figure 7. *Amaranthus hypochondriacus*.Figure 5. *Amaranthus hypochondriacus*

Source : Ouedraogo et al. (2021)

Figure 8. Dark Green Morphotype (*Amaranthus dubius*).Figure 6. *Amaranthus dupius*

Source : Ouedraogo et al. (2021)

### Tolérance aux stress biotiques et abiotiques

Les plantes d'amarante se caractérisent par leur capacité à s'adapter à différentes conditions agro-climatiques. Étant des plantes de type C4, les amarantes ont une capacité de séquestration du carbone, ce qui leur permet d'avoir une production élevée de matière sèche et de protéines par unité de surface. L'amarante (*Amaranthus* spp.) est une culture prometteuse pour les régions semi-arides en raison de sa haute valeur nutritive et de sa capacité à s'adapter au stress hydrique. L'amarante présente une capacité élevée d'ajustement osmotique (1,08 à 1,24 MPa), ce qui garantit que les plantes continuent de fonctionner dans des conditions de sécheresse sévère. Les espèces d'amarante possèdent la voie photosynthétique C4, qui permet aux plantes d'avoir une plus grande efficacité d'utilisation de l'eau (WUE<sup>5</sup>) que les plantes C3 (voir Liu et Stützel 2004).

---

<sup>5</sup> Water use efficiency

L'amarante a été qualifiée de culture polyvalente : elle résiste à la sécheresse, à la chaleur, aux ravageurs et s'adapte plus facilement aux environnements difficiles que les cultures céréalières conventionnelles. Sa tolérance aux différentes conditions climatiques et son cycle de production court font de l'amarante un légume d'une grande importance économique (Aderibigbe et al. 2022).

### Culture

Il existe trois espèces d'amarante cultivées pour leurs feuilles au Burkina Faso. Parmi les amarantes à graines, *Amaranthus hypochondriacus* L. (Figure 5) est le type le plus robuste et le plus productif. Cette espèce convient aux zones tropicales et aux conditions sèches. Elle a le plus grand potentiel pour être utilisée comme ingrédient alimentaire grâce à l'excellente qualité de ses graines.

L'*Amaranthus dubius* L. (Figure 6) est cultivé uniquement pour ses feuilles. L'espèce *Amaranthus cruentus* L. (Figure 4) est utilisée à la fois comme source de pseudo-céréales et comme légume-feuille. L'*Amaranthus cruentus* se compose de deux types : le type à graine blanche utilisé comme pseudo-céréale et le type à graine brune ou noire utilisé comme légume.

Le morphotype vert à graines noires de l'espèce *Amaranthus cruentus* est le plus cultivé et consommé au Burkina Faso ainsi que dans d'autres pays d'Afrique de l'Ouest comme le Bénin, la Côte d'Ivoire, le Togo, le Nigeria et le Sénégal. D'une manière générale, la couleur verte semble être un trait de sélection pour les producteurs et préféré par les consommateurs, notamment les femmes, dans la production de légumes à feuilles en Afrique de l'Ouest.

### Conservation post-récolte :

L'amarante, le cornet végétal et l'oseille sont les principaux légumes à feuilles les plus consommés en milieu urbain et périurbain au Burkina Faso. Les feuilles et les rameaux tendres de l'amarante sont utilisés dans la préparation de divers plats locaux. Leur vente procure des revenus importants aux producteurs, contribuant à la lutte contre la pauvreté, notamment celle des femmes.

Pour une meilleure conservation des graines d'amarante, la teneur en humidité après le séchage ne doit pas dépasser 12 % lors du stockage ; toute valeur supérieure favorisera éventuellement le développement de moisissures et réduira la qualité (Uganda National Bureau of Standards 2011). Il est également important de stocker les graines dans des conteneurs sur des palettes surélevées pour permettre un échange de chaleur.

Les recherches ont montré que les espèces d'amarante font partie des plantes prometteuses pour l'avenir : elles ne sont pas seulement populaires en Afrique, mais sont largement consommées et cultivées dans le monde entier.

*Pour en savoir plus sur l'utilisation de l'espèce amarante dans les produits alimentaires, voir Aderibigbe et al. (2022).*

### Données agronomiques

En 2018, la production nationale d'amarante a été estimée à 1357 tonnes sur une superficie de 246 hectares au Burkina Faso.

### Section nutritionnelle

### Propriétés nutritionnelles et fonctionnelles



Figure 6 : Différents *Amaranthus sp.*, A) *A. tricolor*, B) *A. cruentus*, C) *A. spinosus*, D) *A. hypochondriacus*.

Source : <https://www.shutterstock.com>

*Amaranthus* spp est le légume vert le plus consommé et commercialisé en Afrique subsaharienne en raison de sa texture douce et de sa saveur douce. Treize espèces d'amarante ont été trouvées au Nigéria en culture, certaines d'entre elles étant cultivées pour leurs feuilles, graines et tiges comestibles (*A. dubius*, *A. graecizans*, *A. retroflexus*, *A. spinosus*, *A. tricolor*, *A. viridis*). Les espèces *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus caudatus* et *Amaranthus hypochondriacus* sont habituellement domestiquées pour la production de céréales et sont communément appelées « pseudo-céréales » (Ruth et al., 2021). Les feuilles d'amarante sont riches en protéines et en micronutriments. En ce qui concerne les propriétés fonctionnelles de l'amarante, les feuilles et racines bouillies sont considérées comme ayant des propriétés anti-inflammatoires, immunomodulatrices, anti-androgènes et anthelminthiques et leur consommation a été associée au traitement de troubles gastro-intestinaux (dysenterie, diarrhée) et de bronchites aiguës. Les grains de certaines espèces d'Amarante (*A. cruentus*, *A. hypochondriacus*) sont utilisés comme substitut du maïs dans la fabrication d'ogi (un porridge local préparé habituellement à partir de céréales fermentées) ou dans la fabrication de farine. Ils constituent une bonne source de protéines sans gluten. Par conséquent, l'amarante peut être considérée comme un légume protecteur de la santé. Leur disponibilité et leur accessibilité en tant que source peu coûteuse de nourriture et d'énergie essentielle les rendent aptes à remplir ou à contribuer de manière significative à la composante sécurité alimentaire du développement durable (Ogwu, 2020). D'autre part, l'amarante est également appréciée pour ses propriétés ornementales et des colorants rouges et verts sont également obtenus à partir de différentes espèces et utilisés pour les textiles ou les boissons (Ruth et al., 2021).

### Composition nutritionnelle des feuilles d'amarante

On sait que l'amarante a une valeur nutritive relativement élevée par rapport aux légumes exotiques qui sont la plupart du temps préférés. Les feuilles d'amarante sont riches en protéines, en acides aminés essentiels comme la lysine, la thréonine, la méthionine et le tryptophane, et en minéraux comme le calcium, le magnésium, le fer, le phosphore et le potassium. Ils contiennent également des quantités élevées de vitamines A, C, B2 (riboflavine), B3 (niacine), B9 (folate) et une faible quantité de glucides. C'est aussi une bonne source de fibres et ne contient pas de gluten. Les feuilles d'amarante sont faibles en calories. Par conséquent, elles doivent être complétées par des aliments riches en calories. De plus, les feuilles d'amarante sont riches en propriétés antioxydantes et phytonutritives (Ruth et al., 2022).

Tableau 1: Composition chimique des feuilles d'amarante fraîches crues et fraîches bouillies (g / 100g de partie comestible (PC))

	<b>Amarante, feuilles, fraîches, crues</b>	<b>Amarante, feuilles, fraîches, bouillies</b>
<b>Énergie (kJ)</b>	167	178
<b>Énergie (kcal)</b>	40	42
<b>Eau (g)</b>	85,6	84,7
<b>Protéines totales (g)</b>	4,1	4,4
<b>Lipides totaux (g)</b>	[0.4]	[0.5]
<b>Glucides disponibles (g)</b>	3,0	3,2
<b>Fibres alimentaires totales (g)</b>	3,8	4,1
<b>Cendres (g)</b>	3,0	3,2

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

Tableau 2: Minéraux (mg/100 g PC) dans les feuilles d'amarante fraîches, crues et bouillies

	<b>Amarante, feuilles, fraîches, crues</b>	<b>Amarante, feuilles, fraîches, bouillies</b>
<b>Calcium</b>	368	391
<b>Fer</b>	7,2	7,7
<b>Magnésium</b>	160	171
<b>Phosphore</b>	69	74
<b>Potassium</b>	545	580
<b>Sodium</b>	7	7
<b>Zinc</b>	0,66	0,70
<b>Cuivre</b>	0,29	0,31

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

Tableau 3 : Vitamines (dans 100 g PC) dans les feuilles d'amarante fraîches crues, et fraîches bouillies

VITAMINES	Composants	Amarante, feuilles, fraîches, crues	Amarante, feuilles, fraîches, bouillies
Vitamine A (équivalent activité rétinol) (mcg)		225	216
Équivalent $\beta$ -carotène (mcg)		2710	2590
Vitamine B <sub>1</sub> (mg)	Thiamine	0,05	0,04
Vitamine B <sub>2</sub> (mg)	Riboflavine	0,19	0,20
Vitamine B <sub>3</sub> (Équivalent niacine) (mg)	Niacine	1,40	1,50
Vitamine B <sub>6</sub> (mg)		2,10	2,00
Vitamine B <sub>9</sub> (mcg)	Folate	76	57
Vitamine C (mg)		67,00	43,00
Vitamine E (équivalent $\alpha$ -tocopherol) (mg)		0,44	0,46
	$\alpha$ -tocopherol	0,41	0,44
	$\gamma$ -tocopherol	0,26	0,28

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

Tableau 4 : Acides gras (g/100 g PC) dans les feuilles d'amarante fraîches crues, et fraîches bouillies

	Amarante, feuilles, fraîches, crues	Amarante, feuilles, fraîches, bouillies
Acides gras saturés totaux	0,11	0,12
Acides gras mono-insaturés totaux	0,03	0,03
Acides gras polyinsaturés totaux	0,21	0,22
Acide linoléique	0,06	0,07
Acide $\alpha$ -linoléique	0,14	0,15

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

### Composés antinutritionnels

Les feuilles d'amarante contiennent des composés antinutritionnels comme les oxalates, les phytates, les tanins et les nitrates qui interfèrent avec la digestion, l'absorption et l'assimilation des nutriments en formant des complexes insolubles. Ces composés sont souvent présents en quantités variables selon les espèces (Ogwu, 2020).

Toutefois, l'ébullition réduit considérablement les nutriments (acide ascorbique, phosphore) et les anti-nutriments (nitrates et oxalates), mais même si les pertes de nutriments à la cuisson ne sont pas excessives, les antinutriments peuvent être considérablement réduits (Mziray et al., 2001).

### Composition phytochimique

L'amarante est une bonne source de composés antioxydants. Les profils phytochimiques de trois espèces (*A. hypochondriacus*, *A. caudatus* et *A. cruentus*) ont révélé la présence de onze composés phénoliques (acide gallique, acide protocatéchique, acide chlorogénique, acide gentistique, acide 2,4-dihydroxybenzoïque, acide férulique, acide salicylique, rutine, acide ellagique, acide empférol-3-rutinoside et quercétine) et de bétacyanines, principalement amaranthine et isoamaranthine, et ont montré que les feuilles avaient la teneur la plus élevée en phénoliques et en flavonoïdes, le pouvoir antioxydant ferrique réducteur et la capacité d'absorption des radicaux oxygénés les plus élevés par rapport aux autres parties de la plante analysées (Li et al., 2015).

Tableau 5 : Composition chimique des feuilles d'*Amaranthus hybridus* L.

Composés phytochimiques	Composition (mg/100 g de poids sec)
Alcaloïdes	3,54
Flavonoïdes	0,83
Saponine	1,68
Tanins	0,49
Phénols	0,35
Acide cyanhydrique	16,99
Acide phytique	1,32

Source : Akubugwo et al. (2007).

### Composition nutritionnelle des grains d'amarante

Les grains d'amarante ont des niveaux élevés de protéines et de minéraux par rapport aux céréales couramment utilisées comme le mil, le sorgho, le riz, le blé et le maïs. De plus, ils ont une teneur équilibrée en acides aminés essentiels et en acides gras insaturés. Sa protéine est riche en lysine, un acide aminé limitant, absent de nombreux autres grains. La protéine est également relativement riche en acides aminés soufrés, qui sont normalement limités dans les légumineuses. En plus de sa valeur nutritive, le grain d'amarante contient des composés bioactifs ayant des effets bénéfiques sur la santé.

Tableau 6 : Composition chimique des grains d'amarante comparée à ceux d'autres céréales

Nutriments (%)	Amarante	Millet	Sorgho	Riz*	Blé tendre	Maïs
Humidité	11,3	8,67	12,4	11,6	12,4	10,4
Protéines	13,6	11,0	10,6	7,13	9,61	9,42
Lipides totaux	7,02	4,22	3,46	0,66	1,95	4,74
Cendres	2,88	3,25	1,43	0,64	1,53	1,2
Glucides disponibles	65,2	72,8	72,1	80	74,5	74,3

<b>Fibres alimentaires totales</b>	6,7	8,5	6,7	1,3	13,1	N.D
<b>Énergie (kcal/100g)</b>	371	378	329	365	332	365
<b>Énergie (kJ/100g)</b>	1550	1580	1380	1530	1390	1530

Source : Aderibigbe et al. (2022), USDA database: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/> \*Riz, blanc, à grains longs, régulier, non enrichi. ND : Non disponible

Tableau 7 : Minéraux (mg/100 g) des grains d'amarante comparés à ceux d'autres céréales

<b>Minéraux</b>	<b>Amarante</b>	<b>Millet</b>	<b>Sorgho</b>	<b>Riz*</b>	<b>Blé tendre</b>	<b>Maïs</b>
<b>Fer</b>	7,61	3,01	3,36	0,8	3,71	2,71
<b>Zinc</b>	2,87	1,68	1,67	1,09	2,96	2,21
<b>Magnésium</b>	248	114	165	25	117	127
<b>Manganèse</b>	3,33	1,63	1,6	1,09	3,4	0,485
<b>Potassium</b>	508	195	363	115	394	287
<b>Calcium</b>	159	8,0	13	28	33	7

Source : Aderibigbe et al. (2022), USDA database: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/>

\*Riz, blanc, à grains longs, régulier, non enrichi,

Tableau 8 : Vitamines (mg/100 g) dans les grains de trois espèces d'amarante cultivées au Nigeria

		<i>A. caudatus</i>	<i>A. cruentus</i>	<i>A. hypochondriacus</i>
<b>Vitamine B<sub>1</sub></b>	Thiamine	0,2	0,1	0,3
<b>Vitamine B<sub>2</sub></b>	Riboflavine	0,5	0,2	0,3
<b>Vitamine B<sub>3</sub></b>	Niacine	0,9	1,2	1,15
<b>Vitamine B<sub>9</sub></b>	Folate	NR	NR	NR
<b>Vitamine C</b>		NR	4,5	2,5

Source : de Ogwu, 2020. NR : not reported (non indiqué)

### Propriétés fonctionnelles et effets bénéfiques pour la santé de l'amarante

En Afrique, les feuilles et racines bouillies d'amarante sont utilisées comme laxatif, diurétique, antidiabétique, antipyrétique, antivenin, antileprotique, anti-gonorrhéique, expectorant. Et également pour soulager la respiration en cas de bronchite aiguë en raison de leurs propriétés anti-inflammatoires, immunomodulatrices, anti-androgéniques et anthelminthiques. Il a été signalé que la consommation régulière de graines ou d'huile d'Amarante réduit la tension artérielle et les taux de cholestérol tout en améliorant la valeur nutritionnelle des micronutriments essentiels, ayant des effets positifs sur l'hypertension et les maladies cardiovasculaires. L'infusion de feuilles d'amarante est utilisée pour traiter l'anémie, la fatigue chronique, la diarrhée ainsi que la toux et les saignements menstruels abondants (Ruth et al., 2021).

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

Il existe un certain nombre d’espèces, également originaires en Afrique, cultivées pour les feuilles et les céréales vertes et largement consommées comme feuilles et tiges en potager, salades, hamburgers ou blanchies, cuites à la vapeur, frites, souvent avec de la viande, du poisson, des graines, en soupes, ragoûts ou en accompagnement. Le grain assure un apport précieux d’amidon, d’acide folique et de deux acides aminés essentiels (lysine et méthionine) (Sokoto et Johnbosco, 2017). La consommation d’amarante comme légume feuillu est plus traditionnelle, même si les feuilles sont récoltées à l’état sauvage, alors que l’amarante-grain a récemment été introduite comme culture vivrière en Afrique, mais il existe davantage de connaissances et de génotypes améliorés pour ce dernier (Achigan-Dako et al., 2014). Dans la plupart des pays d’Afrique subsaharienne, plusieurs espèces d’amarante sont utilisées pour compléter les céréales et les légumineuses, qui constituent l’essentiel de la nourriture quotidienne. Les graines cuites sont ajoutées au porridge et les graines moulues sont utilisées pour faire certains types de pain avec la farine d’autres céréales (Alemayehu et al., 2015). Les mélanges amarante-blé influencent les propriétés rhéologiques et sensorielles du pain: en moyenne, le seuil de substitution ne doit pas dépasser 15% en volume (Aderibigbe et al., 2022). On fait souvent sauter les graines avant de les consommer et, sous cette forme, on peut les ajouter au blé ou à d’autres farines de céréales pour faire du pain avec des propriétés nutritionnelles améliorées, comme une teneur plus élevée en protéines (Bodroza-Solarov et al., 2008). La fermentation et la germination des graines peuvent également améliorer la contribution nutritionnelle de l’amarante à l’alimentation (Thakur et al., 2021). La germination des graines est généralement une simple transformation qui est utile pour accroître l’apport en éléments nutritifs des graines en augmentant leur biodisponibilité (Thakur et al., 2021). La germination des graines pour augmenter la teneur en protéines est appliquée dans la production de boissons fonctionnelles avec ou sans autres graines, avec de l’eau et de faibles quantités de sucre comme ingrédients supplémentaires (Aderibigbe et al., 2022).

Les amarantes sont également utilisées comme plantes ornementales pour décorer les parcs, les complexes résidentiels et les bureaux. Les colorants jaunes, rouges et verts proviennent de différentes espèces d’amarante et sont utilisés pour colorer les textiles, les boissons, les médicaments et les produits alimentaires. Les feuilles, les tiges et les grains ont des saveurs uniques et sont utilisés pour aromatiser les aliments et les confiseries. De l’huile et des produits pharmaceutiques sont également extraits des graines. L’huile contient un ingrédient coûteux (squalène) qui est autrement obtenu à partir du foie de requin utilisé en médecine traditionnelle et contemporaine (Ogwu, 2020).

### **Contribution à l’emploi**

L’amarante n’est pas une culture à grande échelle en Afrique subsaharienne. Lorsqu’une culture a commencé, elle est pratiquée à l’échelle locale ou par de petits exploitants. Sa culture convient également aux petites zones urbaines et périurbaines. Dans tous ces cas, ce sont les femmes et les jeunes qui s’impliquent le plus facilement. L’accent mis sur les femmes dans la production d’amarante devrait renforcer leur rôle traditionnel consistant à fournir des repas nutritifs à la famille et à contribuer au revenu familial. La présence d’installations d’entreposage frigorifique adéquates pour préserver l’amarante et les légumes feuillus contre le flétrissement et le jaunissement des feuilles peut favoriser la culture dans les zones périurbaines.

Il n'existe pas de chaîne de valeur organisée pour cette culture ou d'autres cultures similaires sous-utilisées. Elles font généralement concurrence aux cultures conventionnelles et les innovations visent généralement les cultures cérésières (Emmanuel et Babalola, 2021). Compte tenu de ce point, ainsi que de la nécessité d'accroître l'acceptation de l'amarante par les agriculteurs et la confiance des consommateurs, il est nécessaire de mettre en place un moyen efficace de diffusion de l'information sur sa valeur nutritionnelle et d'accroître l'impact en milieu rural en impliquant des organisations locales, des entreprises agroalimentaires, des restaurants et des écoles de gastronomie (Alemayehu et al., 2014). La petite production d'amarante n'est pas vendue sur le marché organisé, auquel les petits agriculteurs n'ont pas accès. Les produits sont vendus par des vendeurs ambulants ou sur des marchés informels, moins chers et sans protection contre les températures élevées et le soleil (Emmanuel et Babalola, 2021). La fusion de la production des petits agriculteurs afin de répondre à la demande des détaillants qui demandent un approvisionnement stable en légumes-feuilles peut contribuer à l'affirmation d'une chaîne de valeur pour plusieurs légumes-feuilles.

### Aspects culturels

L'amarante est une espèce indigène des Amériques mais grâce à sa capacité d'adaptation et à ses nombreuses utilisations, sa culture s'est étendue à divers continents et environnements. Cultivée en Amérique Centrale et du Sud, en Asie et en Afrique ; en Afrique de l'Ouest, ses utilisations vont de l'alimentation, au fourrage et même l'utilisation ornementale (Aderibigbe et al., 2020)

Dans de nombreux pays, l'amarante est un ingrédient de la cuisine traditionnelle. En Afrique de l'Ouest, la plante est cultivée pour ses feuilles, qui sont consommées comme légumes. Les feuilles d'amarante sont consommées crues en salade et cuites dans un ragoût de légumes (Herbst, 2001). Au Nigeria, l'amarante est utilisée dans des plats traditionnels tels que l'igname pilée, l'amala et le fufu (Enama 1994 ; Akin-Idowu et al. 2013). La consommation de grains d'amarante n'est pas courante en Afrique de l'Ouest, contrairement à l'Amérique du Sud et centrale (Paredes-Lopez, 1994) où la demande est augmentée ces dernières années, notamment en raison de leur valeur nutritionnelle et pour la préparation de farine ainsi que des utilisations industrielles (Aderibigbe et al., 2020).

En termes de méthodes traditionnelles de culture, nous notons que l'amarante cultivée pour ses graines/semences et l'amarante cultivée pour ses feuilles ne sont pas séparées ; il n'existe pas de production distincte claire entre les différents cultivars. En effet, les feuilles des cultivars d'amarante cultivés pour leurs graines et les semences (*A. hypochondriacus*, *A. cruentus* et *A. caudatus*) sont également utilisées comme herbes aromatiques pour la préparation de sauces. Cette pratique est courante chez les petits exploitants qui les cultivent dans leurs jardins familiaux (Kauffman, 1992 ; Aderibigbe et al., 2020), qui constituent la majorité des producteurs au Burkina Faso.

L'amarante a un certain nombre de propriétés médicinales et nutraceutiques. En s'agissant d'une céréale sans gluten, il est utilisé comme substitut pour les patients atteints de la maladie céliaque. L'extrait d'huile d'amarante peut réduire le taux de cholestérol (Martirosyan et al., 2007) et contenir des composés bioactifs ayant des effets bénéfiques pour la santé (Karama et al., 2019). Etant facile à digérer, l'amarante est traditionnellement donnée à ceux qui se remettent d'une maladie ou d'une période de jeûne (Kauffman, 1992). En Afrique de l'Ouest, l'amarante est utilisée en médecine traditionnelle pour traiter le paludisme (Soriano-García & Aguirre-Díaz, 2019). Cependant, la littérature au Niger et au Burkina Faso sur l'utilisation traditionnelle de cette culture, en particulier l'utilisation médicinale, est plutôt rare et des données supplémentaires devront être collectées.

### Références

- Achigan-Dako EG, Sogbohossou OE, Maundu P. (2014). Current knowledge on *Amaranthus* spp.: research avenues for improved nutritional value and yield in leafy amaranths in sub-Saharan Africa. *Euphytica*, 197, 303-317. doi: 10.1007/s10681-014-1081-9
- Aderibigbe OR, Ezekiel OO, Owolade SO, Korese JK, Sturm B, Hensel O. (2022). Exploring the potentials of underutilized grain amaranth (*Amaranthus* spp.) along the value chain for food and nutrition security: A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 62, 656-669. doi: 10.1080/10408398.2020.1825323

- Akubugwo IE, Obasi NA, Chinyere GC, Ugboogu AE. (2007). Nutritional and chemical value of *Amaranthus hybridus* L. leaves from Afikpo, Nigeria. *African J. Biotechnol.* 6, 2833–2839. doi: 10.5897/AJB2007.000-2452
- Alemayehu FR, Bendevis MA, Jacobsen SE (2015). The potential for utilizing the seed crop amaranth (*Amaranthus* spp.) in East Africa as an alternative crop to support food security and climate change mitigation. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 201, 321-329. doi: org/10.1111/jac.12108
- Bodroža-Solarov, M., Filipčev, B., Kevrešan, Ž., Mandić, A., & Šimurina, O. (2008). Quality of bread supplemented with popped *Amaranthus cruentus* grain. *Journal of Food Process Engineering*, 31, 602-618. doi: 10.1111/j.1745-4530.2007.00177.x
- Emmanuel, O. C., & Babalola, O. O. (2021). Amaranth production and consumption in South Africa: the challenges of sustainability for food and nutrition security. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 1-12. doi: 10.1080/14735903.2021.1940729
- Li H, Deng Z, Liu R, Zhu H, Draves J, Marcone M, Sun Y, Tsao R. (2015). Characterization of phenolics, betacyanins and antioxidant activities of the seed, leaf, sprout, flower and stalk extracts of three *Amaranthus* specie. *J. Food Compos. Anal.* 37, 75-81. doi: 10.1016/j.jfca.2014.09.003
- Liu F, Stützel H (2004). Biomass partitioning, specific leaf area and water use efficiency of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp.) in response to drought stress. *Scientia Horticulturae*, 102: 15–27.
- Mziray, R. S., Imungi, J. K., & Karuri, E. G. (2001). Nutrient and antinutrient in contents of raw and cooked *Amaranthus hybridus*. *Ecology of Food and Nutrition*, 40, 53-65. doi: 10.1080/03670244.2001.9991637
- Ogwu MC. (2020). Value of *Amaranthus* [L.] Species in Nigeria. In *Nutritional Value of Amaranth*; IntechOpen: London, UK, p. 37. doi: 10.5772/intechopen.86990
- Ouedraogo J., Sawadogo B., Kabore B., Kiebre M., Kiebre Z., Bationo/Kando P. (2021). Identification and Agronomic Performance of Species of the Genus *Amaranthus* Grown in Burkina Faso. *International Journal of Applied Agricultural Sciences*, 7(2): 102-109. doi: 10.11648/j.ijaas.20210702.15
- Ruth ON, Unathi K, Nomali N, Chinsamy M. (2021). Underutilization Versus Nutritional-Nutraceutical Potential of the Amaranthus Food Plant: A Mini-Review. *Appl. Sci.* 11, 6879. doi: 10.3390/app11156879
- Sokoto M, Johnbosco O. (2017). Growth and yield of Amaranths (*Amaranthus* spp.) as influenced by seed rate and variety in Sokoto, Nigeria. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 2, 79-85.
- Thakur, P., Kumar, K., & Dhaliwal, H. S. (2021). Nutritional facts, bio-active components and processing aspects of pseudocereals: A comprehensive review. *Food Bioscience*, 42, 101170. doi: 10.1016/J.FBIO.2021.101170
- 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 & Charrondière 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.

## II. Bambara, Vouandzou (*Vigna subterranea*)



Figure 1. Photo de Noix de bambara (*Vigna subterranea*) de Kibumba.

Source : Domaine public, via Wikimedia Commons

### Taxonomie, cultivars et diversité Génétique

#### 1. Taxonomie :

Le pois bambara [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.] est une légumineuse à grains de la famille des *Papilionacées* cultivée principalement par les agriculteurs en Afrique sub-saharienne. Il est originaire d'Afrique précisément du nord-est du Nigeria et du nord du Cameroun. Les noms communs sont l'arachide bambara, la noix bambara, le haricot bambara, le goober du Congo, le pois de terre, le haricot moulu ou l'arachide de porc (voir Kambou et al. 2020).

C'est la troisième légumineuse la plus importante en Afrique semi-aride après l'arachide (*Arachis hypogaea*) et le niébé (*Vigna unguiculata*). La noix de bambara est une légumineuse importante au Burkina Faso où elle occupe la deuxième place économique après le niébé. L'arachide bambara est aussi appelée pois de terre, haricot jugo ou haricot nyimo<sup>6</sup>.

#### 2. Les zones de culture et les cultivars connus :

#### Les sites de culture de l'arachide bambara

Le Nigeria est le plus grand producteur d'arachides au monde. L'arachide bambara est cultivée dans les provinces sud-africaines de Mpumalanga, Limpopo et KwaZulu-Natal. Ces dernières années, on a constaté un regain d'intérêt pour sa culture dans les zones arides de la savane, car elle résiste à la sécheresse et peut donner une récolte raisonnable même sur des sols pauvres, comme dans la région de Bambara, près de Tombouctou, au sud du Sahara<sup>7</sup>.

Au Burkina Faso, sur la base de la texture des sols (sablonneux), le site de Rollo situé dans la région du Centre-Nord du Burkina Faso peut être utilisé pour la culture de la noix de bambara. Le climat

<sup>6</sup> <https://southafrica.co.za>

<sup>7</sup> <https://southafrica.co.za>

du site de Rollo est soudano-sahélien caractérisé par une saison des pluies (de juin à octobre) et une saison sèche (de novembre à mai). Les précipitations varient entre 400 et 600 mm par an avec une moyenne de 33 jours de pluie par an et des températures moyennes entre 28° C et 29° C (PCD, 2015) (Voir Kambou et al. 2020).

### Les types de noix de bambara cultivées

Les variétés sauvages, ainsi que les variétés cultivées, produisent des arachides de différentes couleurs et tailles, allant de petites graines violettes à de grosses graines de couleur crème avec des yeux noirs (figure 1). Les variétés blanches et crème avec de grosses graines sont préférées en Afrique, tandis que les variétés noires et rouges sont préférées en Asie du Sud-Est<sup>8</sup>.

### 3. Diversité des noix de bambara au Burkina Faso

Kambou et al., J. Appl. Biosci. 2020 Agro-morphological characterization of Bambara nut accessions [*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt] from Burkina Faso



Figure 1: colours of seeds  
A: Light red, B: Dotted dark brown on cream background, C: Cream, D: Black marbled spots on a cream background, E: Dark brown marbled spots on a cream background, F: Black, G: Dark purple, H: Black rhombic spots on a cream background on the micro hair and not on the airy ends, I: Brown streaks on cream background

Figure 2. Diversité des graines de noix de bambara collectées au Burkina Faso.

Source : Kambou et al. (2020).

Dans l'étude de Kambou et al (2020), 90 accessions de noix de bambara (Tableau 1) ont été évaluées pour la variabilité phénotypique des caractères agronomiques et morphologiques. Ces accessions provenaient de trois zones agroécologiques du Burkina Faso : 18 accessions de la zone sahélienne, 17 de la zone soudanienne, 49 de la zone soudano-sahélienne et 6 de la banque de gènes de l'Institut National de l'Environnement et de la Recherche Agricole (INERA).

Les accessions ont été évaluées pour 27 caractères morphologiques (Tableau 1). Une grande variabilité a été observée dans les 90 accessions de noix de bambara (Figure 1). Le résultat de l'analyse des caractères qualitatifs a montré la dominance des graines de couleur crème, des yeux gris papillon et des gousses lisses de couleur brun jaunâtre.

<sup>8</sup> <https://southafrica.co.za>

Tableau 1. Accessions de noix de bambara utilisées dans l'étude de Kambou et al. (2020)

**Kambou et al., J. Appl. Biosci. 2020 Agro-morphological characterization of Bambara nut accessions [*Vigna subterranea* (L) Verdcourt] from Burkina Faso**

**Table 1: Bambara nut accessions used and their location**

Origin	Accessions
INERA	KVS 235, KVS 235 100 GY, KVS 246-1, KVS 246-2, KVS 246-3, Life 16-141
Sahelian	E 105b, E 108, E 110a, E 110b, E 111a, E 114, E 117, E 118, E 119, E 12, E 124a, E 124b, E 124c, E 125, E 126, E 13, E 59, E 61a
Sudano sahelian	E 01, E 03, E 04, E 09, E 103a, E 103b, E 105a, E 107, E 111b, E 131, E 132, E 16a, E 48, E 49, E 51, E 53, E 56a, E 56b, E 56c, E 58, E 61b, E 62a, E 62b, E 62c, E 65, E 70b, E 71, E 72, E 75, Nob-Loc, E 76a, E 76b, E 78a, E 83a, E 83b, E 88b, E 89a, E 89b, E90, E 92, E 93b, E 94, E 95a, E 95b, E 97, E 98, ED8, KAYA 2014
Sudanian	E 101b, E 123, E 130, E 16b, E 20, E 22, E 23, E 25, E 26, E 27, E 28, E 44, E 76c, E 78b, E 83c, E 86, E 88a

Tableau 2. Les caractères qualitatifs étudiés et leurs fréquences (%) dans les accessions de noix de bambara

**Table 3 : Frequencies of qualitative characters studied in 90 Bambara nut's accessions**

Characters	Variables	Frequency
Terminal leaflet form	Elliptic	30.00
	Lanceolate	68.89
	Oval	1.11
Pod colour	Brown	12.22
	Yellowish brown	87.78
Pod texture	Many grooves	41.11
	Some grooves	3.33
	Smooth	55.56
Seed colour	Dark brown	1.11
	Cream	31.11
	Black	1.11
	Dotted dark brown on cream background	1.11
	Dark purple	5.56
	Light brownish red	7.77
	Light red	2.22
	Brown streaks on cream background	6.67
	Light brown marbled spots on cream background	1.11
	Dark brown marbled spots on a cream background	27.78
Presence of eye	Black marbled spots on a cream background	8.89
	Dark brown rhombic spots on a cream background on the micro hair shaft	4.44
	Black rhombic spots on a cream background on the micro hair and not on the hairy ends	1.11
	Present	74.44
Colour and appearance of eye	Absent	25.56
	Irregular brown	3.33
	Circular gray	2.22
	Thick gray on both sides	1.11
	Gray butterfly	52.22
	Triangular gray	7.77
	Irregular Black	1.11
Dark red butterfly	6.67	

Source : Kambou et al. (2020).

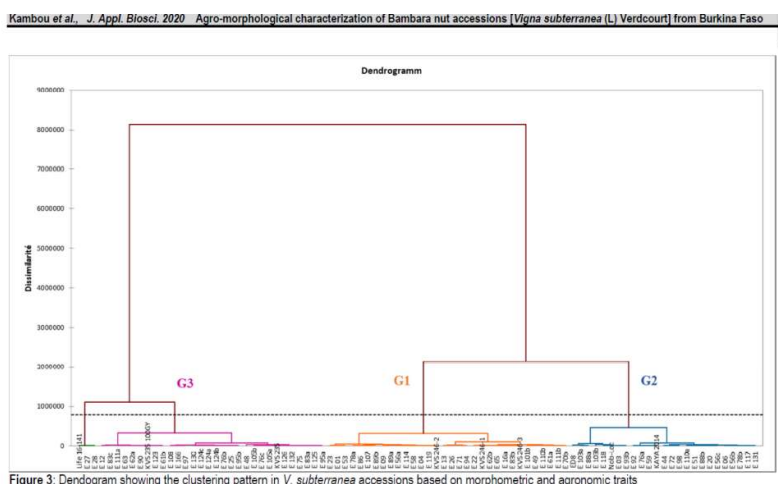


Figure 2. Un dendrogramme de différents groupes d'accessions de Bambara basé sur des traits morphométriques et agronomiques. Le groupe 3 avait le meilleur potentiel agronomique.

Source : Kambou et al. (2020)

### Tolérance aux stress biotiques et abiotiques

La noix de bambara tolère beaucoup la sécheresse car elle est résistante aux températures élevées. Elle convient aux sols marginaux où d'autres légumineuses ne peuvent pas être cultivées. Cette plante constitue une culture à faible impact. Dans les zones sèches, Bambara semble être remarquablement exempt de graves problèmes de ravageurs et de maladies. Cependant, dans les régions où d'autres légumineuses à grains sont cultivées, des maladies virales ont été observées. Les deux maladies virales courantes sont le virus de la marbrure du niébé (CMeV) et le virus de la mosaïque transmise par les pucerons du niébé (AbMV). Les maladies fongiques sont courantes dans des conditions humides, telles que les taches foliaires (CLS) (par exemple *Cercospora* sp.), le flétrissement causé par *Fusarium* sp. et la pourriture de la tige (*Sclerotium rolfsii*). En climat sec, les gousses peuvent être attaquées par les termites. Le nématode à galles (*Meloidogyne javanica*) attaque également le Bambara dans les sols sablonneux. Pendant le stockage, les graines de pois bambara décortiquées sont extrêmement sensibles aux attaques des bruches (*Callosobruchus maculatus*). Les autres insectes nuisibles comme les pucerons, les termites moissonneurs, la mineuse des feuilles et le lépidoptère ravageur ont été également observés. Les nématodes affectent aussi le rendement (voir Hillocks et al. 2012).

### Culture

La culture d'arachide Bambara donne un rendement raisonnable sur des sols pauvres dans des zones à faible pluviométrie (500 à 800 kg ha<sup>-1</sup>) et peut être cultivée sans engrais ni produits chimiques qui sont coûteux et souvent difficiles d'accès dans les zones plus éloignées.

La noix de bambara se développe bien sur les sols latéritiques acides qui sont courants en Afrique, mais moins bien sur les sols calcaires. Elle est utile dans la rotation des cultures car elle apporte de l'azote au sol à un niveau similaire à celui des autres légumineuses (20 - 100 kg ha<sup>-1</sup>) (voir Ouedraogo et al. 2012).

Cette légumineuse originaire d'Afrique est principalement cultivée par les femmes. Au Burkina Faso, le système de culture de l'arachide de Bambara est caractérisé par le semis d'une graine par trou, dans un sol labouré, suivi d'un buttage manuel. Cette pratique agricole consiste à amener la terre jusqu'au collet de la plante à l'aide d'une houe manuelle. Le buttage doit être effectué tôt (environ 2 semaines après le semis = SAS) ou tard (7 SAS) mais pas à 4 SAS sur les variétés qui mûrissent avant 90 jours. Le buttage à 4 SAS réduit de manière significative le rendement moyen (voir Hillocks et al. 2012).

### Conservation post-récolte :

L'arachide de Bambara est apparentée au niébé et est utilisée pour la consommation humaine et animale. Elle est cultivée principalement pour ses graines, qui sont utilisées comme aliment, dans les cérémonies traditionnelles (comme les funérailles) et les échanges de cadeaux. Les graines matures et sèches sont bouillies et consommées comme légumineuses, moulues en farine et utilisées comme aliments pour animaux<sup>9</sup>.

## Données agronomiques

Tableau 3. Superficie récoltée, rendement et production de l'arachide bambara au Burkina Faso, au Niger et au Nigeria (FAOSTAT)

<b>FAOSTAT 2020</b>	<b>Superficie récoltée (ha)</b>	<b>Rendement (hg/ha)</b>	<b>Production (tonnes)</b>
<b>Burkina Faso</b>	<b>55,237</b>	<b>10,400</b>	<b>57,428</b>
<b>Niger</b>	<b>81,240</b>	<b>6,840</b>	<b>55,570</b>
<b>Nigeria</b>	<b>4,073,101</b>	<b>11,030</b>	<b>4,492,778</b>

## Aspects culturels

<sup>9</sup> <https://southafrica.co.za>

Le rôle important des femmes dans la culture du bambara est associé à la croyance que seules les femmes qui ont perdu un enfant peuvent cultiver la plante. On croyait que la récolte invite la mort dans le ménage, mais si une mère a déjà perdu un enfant, une autre mort lui serait épargnée.

Les croyances et les tabous limitent les hommes à de nombreuses activités liées à la culture et, dans certains cas, même à toucher la graine et à la consommer.

D'autres significations symboliques puissantes du bambara incluent la fertilité, la guérison et la protection, et il a été largement utilisé dans la médecine traditionnelle et les pratiques spirituelles. Ces significations se sont développées en un ensemble de pratiques et de règles socioculturelles que les communautés doivent suivre et qui affectent la vie quotidienne des ruraux de différents groupes ethniques.

Ces questions ont des implications importantes pour les interventions ciblant d'autres cultures spécifiques, même les cultures mineures. Dans ce cas, il existe une opportunité d'augmenter les revenus des femmes en améliorant les opportunités commerciales pour les produits de bambara. Cependant, les avantages des femmes leurs pourraient être menacés car elles sont souvent exclues lorsque les cultures deviennent plus rentables. Par conséquent, les futures interventions de développement doivent garantir la participation et les avantages continus des femmes à toutes les étapes, en s'engageant activement et en étant façonnées par les valeurs, les objectifs et la prise de décision des femmes.

## Section nutritionnelle

### Propriétés nutritionnelles et fonctionnelles



Figure 3 . Arachide Bambara (*Vigna subterranea* L.).

Source: Kambou et al. (2020).

### Composition nutritionnelle du Bambara

L'arachide Bambara (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) est une légumineuse africaine sous-utilisée, principalement cultivée par les femmes dans les zones tropicales et subtropicales où elle sert de moyen de subsistance dans la région semi-aride de l'Afrique subsaharienne. Cette culture prend son nom de la tribu des Bambaras au Mali et dans les provinces sahéliennes d'Afrique de l'Ouest. Selon les statistiques de la FAO, sur la période de 1993 à 2014, la production mondiale d'arachide Bambara provenait exclusivement de l'Afrique, les principaux producteurs répertoriés étant le Burkina Faso (premier pays producteur d'arachide Bambara), le Mali, le Cameroun, le Niger et la République démocratique du Congo (FAOSTAT, 2016).

L'arachide de Bambara produit essentiellement des légumineuses, mais presque toutes les parties de la plante (feuilles, gousses, fanes, graines) sont utilisées et trouvent place dans plusieurs recettes dans la région de l'Afrique sub-saharienne (Ade-Omowaye et al., 2021).

Au Nigéria, l'arachide bambara a trouvé diverses utilisations alimentaires : elle peut être frite ou bouillie et consommée comme collation ou pilée en farine et utilisée dans la préparation de soupes, de porridge et de divers produits alimentaires frits ou cuits à la vapeur tels que « akara, moïn-moïn » et « okpa ». Elle est également utilisée dans la préparation de boissons alimentaires locales comme le « kunnu » et le « tuwo » (Adeleke et al., 2017).

L'arachide bambara est considérée comme un aliment complet qui répond aux besoins nutritionnels de l'alimentation humaine avec sa composition composée de 21% de protéines, de 6,6% de lipides et de 57% d'hydrates de carbone dans les graines (Feldman et al., 2019). La combinaison de légumineuses et de céréales nécessaire pour satisfaire les besoins nutritionnels essentiels trouve une solution optimale dans l'association de l'arachide bambara et du sorgho dans des conditions agricoles limitées en eau. La combinaison est très satisfaisante pour chaque besoin nutritionnel (protéines, hydrates de carbone, énergie, lipides, vitamines et micronutriments) (Mustafa et al., 2021).

Les graines d'arachide bambara ont une valeur énergétique brute supérieure à celle des légumineuses ordinaires, et les graines rouges pourraient être utiles dans les régions où la carence en fer est un problème, car elles contiennent presque deux fois plus de fer que les graines crèmes (Hillocks et al., 2012). Plusieurs auteurs ont décrit les propriétés nutritionnelles de l'arachide bambara (Abberton et al., 2022; Ibrahim et Ogunwusi, 2016; Nwokolo, 1987; Séraphin et al., 2015; Hillocks et al., 2012).

Tableau 4 : Composition chimique de l'arachide bambara (Pois bambara), sec, cru (g/100 g de portion comestible (PC))

	<b>g/100 g PC</b>
<b>Énergie (kJ)</b>	1350
<b>Énergie (kcal)</b>	323
<b>Eau</b>	9,0
<b>Protéines totales</b>	19,5
<b>Lipides totaux</b>	5,9
<b>Glucides disponibles</b>	33,6

<b>Fibres alimentaires totales</b>	28,9
<b>Cendres</b>	3,1

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

La majeure partie de la fraction glucidique est constituée d'oligosaccharides et de polysaccharides complexes, dont l'amidon représente jusqu'à 49,5% des glucides totaux. L'amylose représente 19,6-35,1% de la teneur totale en amidon, le reste des constituants étant essentiellement constitué d'amylopectine. L'arachide Bambara crue a une plus grande proportion d'amidon à digestibilité lente et d'amidon résistant que l'amidon à digestibilité rapide, ce qui implique une mauvaise digestibilité. Néanmoins, la cuisson peut augmenter considérablement la fraction d'amidon rapidement digestible, améliorant ainsi la digestibilité et la disponibilité des hydrates de carbone (Tan et al., 2020).

Quant aux minéraux de l'arachide bambara, les plus abondants sont le potassium, le magnésium, le phosphore, le zinc et le fer. Les concentrations de ces minéraux sont plus élevées que celles des légumineuses couramment consommées comme le pois chiche (Tan et al., 2020).

Tableau 5: Minéraux (mg/100 g PC) dans l'arachide bambara, sèche, brute

	<b>mg / 100 PC</b>
<b>Calcium</b>	53
<b>Fer</b>	3,2
<b>Magnésium</b>	174
<b>Phosphore</b>	267
<b>Potassium</b>	1160
<b>Sodium</b>	2
<b>Zinc</b>	2,40
<b>Cuivre</b>	0,76

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

Tableau 6 : Vitamines (mg/100 g PC) dans l'arachide bambara, sèche, crue

<b>VITAMINES</b>	<b>COMPOSANTS</b>	<b>mg/100 g pc</b>
<b>Vitamine B<sub>1</sub></b>	Thiamine	0,19
<b>Vitamine B<sub>2</sub></b>	Riboflavine	0,14
<b>Vitamine B<sub>3</sub></b> <b>(Équivalent niacine)</b>	Niacine	4,1
<b>Vitamine B<sub>6</sub></b>		0,17

<b>Vitamine B<sub>9</sub></b>	Folate	[0,1]
<b>Vitamine E</b>		0,23
<b>(équivalent <math>\alpha</math>-tocophérol)</b>	Gamma-tocophérol	2,20
	Delta-tocophérol	1,30

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

Parmi les acides aminés essentiels, la leucine et la lysine sont présentes à des concentrations plus élevées tandis que la méthionine est la plus faible. La phénylalanine, la valine, l'histidine et l'isoleucine sont également présentes en fortes concentrations. Sa composition riche en lysine et pauvre en méthionine fait de l'arachide Bambara une bonne source de protéines complémentaires aux céréales, souvent déficientes en lysine mais riches en méthionine (Tan et al., 2020).

Tableau 7: Composition en acides aminés (g/100 g de protéines) de l'arachide bambara (sèche, crue)

<b>Acides aminés essentiels (indispensables)</b>	
Leucine	7,8
Isoleucine	4,3
Valine	5,3
Threonine	3,3
Phénylalanine + tyrosine	9,3
Lysine	6,6
Histidine	3,2
Méthionine + cystine	2,9
Arginine	6,4
<b>Acides aminés non essentiels</b>	
Asparagine	10,6
Glutamine	17,0
Serine	5,1

Glycine	3,6
Alanine	4,3
Proline	4,9

Source : Apata and Ologhobo (1994)

La majorité des acides gras de l'arachide bambara sont insaturés, principalement les acides oléique et linoléique (oméga-6). L'acide palmitique est le troisième acide gras le plus abondant et l'acide linoléique (oméga-3) est présent en faible concentration. Bien qu'une teneur élevée en acides gras insaturés soit attrayante du point de vue de la santé des consommateurs, elle accroît la susceptibilité des graisses à l'oxydation et au rancissement. Par conséquent, les utilisations finales devraient être prises en compte lors du choix du caractère souhaitable de la composition lipidique (Tan et al., 2020).

Tableau 8 : Acides gras (g/100 g PC) dans l'arachide bambara (sèche, crue)

	<b>g/100g PC</b>
<b>Acides gras saturés totaux</b>	1,64
<b>Acides gras monoinsaturés totaux</b>	0,96
<b>Acides gras polyinsaturés totaux</b>	1,93
<b>Acide linoléique</b>	1,82
<b>Acide <math>\alpha</math>-linoléique</b>	0,11

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

Tableau 9 : Composition détaillée en acides gras (% d'acides gras totaux) de l'arachide bambara (sèche, crue)

<b>Acides gras</b>	
Acide palmitique (C16:0)	20,89
Acide palmitoléique (C16:1)	0,30
Acide margarique (C17:0)	0,71
Acid stéarique (C18:0)	7,23
Acide oléique (C18:1)	22,96
Acid linoléique (C18:2)	36,48
acide linolenique (C18:3)	1,32

Acide arachidique (C20:0)	2,03
Acide gadoleique (C20:1)	0,56
Acide cis-11,14-eicosadiénoïque (C20:2, n – 6)	0,07
Acide arachidonique (C20:4, n – 6)	0,05
Acide behénique (C22:0)	5,49
Acide lignocérique (C24:0)	1,89

Source : Yao et al. (2015).

### Composition phytochimique

Les inhibiteurs enzymatiques sont des composants chimiques qui inhibent les enzymes digestives et exercent donc des effets antinutritionnels. L'inhibiteur enzymatique le plus prédominant des légumineuses africaines est l'inhibiteur de la trypsine, bien que d'autres inhibiteurs tels que les inhibiteurs de l' $\alpha$ -amylase aient également été signalés (Okafor et al., 2014).

Tableau 10 : Concentrations d'inhibiteurs enzymatiques, de polyphénols et de phytate signalées chez l'arachide bambara

Inhibiteurs d'enzymes	Polyphénols/Tannins	Phytate
17,94 mg Unités d'inhibiteur de la trypsine/g	0,62 mg/100 g	255 mg/100 g

Source : Okafor et al. (2014).

Les glycosides cyanogènes sont des glycosides de 2-hydroxynitriles et sont largement répandus dans les légumineuses, y compris l'arachide bambara (Nkafamiya et al., 2015). Toutefois, la toxicité des glycosides cyanogéniques n'est pas préoccupante dans les légumineuses transformées, car la plupart des procédés normaux de transformation des aliments réduisent considérablement leurs concentrations (Duodu et Apea-Bah, 2017).

Tableau 11 : Concentration du cyanure dans l'arachide blanche bambara

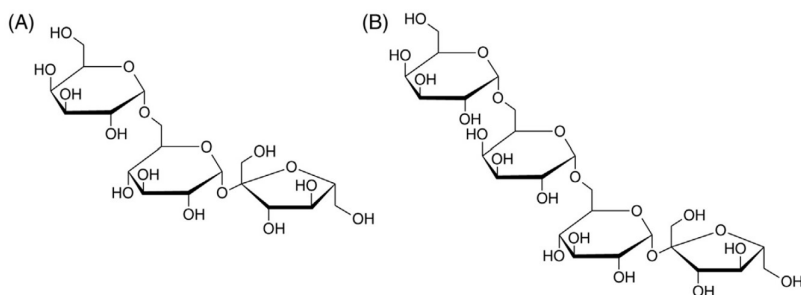
Extraits à l'eau distillée	Extraits à l'aide de méthanol
175 ± 0,70 (mg/kg)	240 ± 0,70 (mg/kg)

Source : Nkafamiya et al. (2015)

Tableau 12 : Concentrations d'oligosaccharides non digestibles déclarées dans l'arachide bambara

Stachyose	Raffinose
1,89 g/100 g	2,85 g/100 g

Source : Omoikhoje et al. (2006)

Figure 4 : Structures chimiques des oligosaccharides indigestibles ( $\alpha$ -galactosides) dans les légumineuses africaines. (A) Raffinose (masse molaire 504,42), (B) stachyose (masse molaire 666,58). Source : Adapté de Duodu et Apea-Bah (2017).

### Phytostérols

Les phytostérols (stérols végétaux) sont des composés lipidiques structurellement semblables au cholestérol et se retrouvent dans les huiles de légumes, de céréales et de noix (Halimi et al., 2019).

Tableau 13 : Fourchettes déclarées pour la concentration de phytostérols sélectionnés (en % des stérols totaux) dans les graines d'arachide bambara

Campestérol	Stigmastérol	$\beta$ -Sitostérol
0,95 – 4,33	0,71 – 3,93	1,89 – 2,23

Source : Adeyeye et al. (2015)

### Effet des méthodes de transformation traditionnelles sur les facteurs nutritionnels et antinutritionnels

L'arachide bambara est séchée après la récolte pour un entreposage à long terme. Le séchage est une technique efficace de conservation des aliments qui prolonge la période d'entreposage et assure la disponibilité des aliments en cas de pénurie alimentaire. Avant d'être consommées, les graines séchées sont soit réhydratées par trempage dans de l'eau, soit broyées sous forme sèche en farine. La plupart des prétraitements ou traitements ont une incidence sur les propriétés nutritionnelles, sensorielles et fonctionnelles des graines (Tan et al., 2020).

Tableau 14 : Méthodes de transformation traditionnelles

<b>Décortiquage</b>	<p>Le tégument de la graine (ou testa) est parfois séparé des cotylédons avant tout traitement ultérieur. Étant donné qu'une grande partie des composants antinutritionnels est présente dans le testa, le décortiquage peut améliorer la digestibilité et la valeur nutritionnelle des graines, notamment en augmentant la disponibilité des minéraux et des protéines.</p> <p>Parmi les autres conséquences du décortiquage, l'on mentionne l'augmentation du lessivage des minéraux pendant le trempage et la cuisson, ce qui nuit à la qualité nutritionnelle.</p> <p>En particulier, une diminution de la teneur en inhibiteurs de la trypsine de 64%, en hémagglutinine de 65%, en tanin de 64%, en phytate de 32%, en raffinose de 46% et en stachyose de 57% a été signalée.</p>
<b>Fraisage</b>	<p>L'arachide Bambara séchée peut être broyée en farine pour améliorer sa polyvalence. La perturbation de la structure de la paroi cellulaire, par le broyage ou d'autres procédés abrasifs, peut accroître la disponibilité et la digestibilité des nutriments, de l'amidon et des protéines en particulier. Le broyage pourrait accroître les interactions entre les minéraux et les facteurs antinutritionnels, réduisant ainsi leur biodisponibilité.</p>
<b>Trempage</b>	<p>Après séchage, les graines d'arachide Bambara sont généralement réhydratées par trempage dans l'eau pendant 12 à 24 h avant la cuisson. Le trempage provoque la lixiviation des éléments nutritifs et des facteurs antinutritionnels dans l'eau de trempage. En particulier, une diminution de la teneur en inhibiteurs de la trypsine de 53%, en hémagglutinine de 52%, en tanins de 55%, en phytate de 24%, en raffinose de 36% et en stachyose de 51% a été rapportée.</p>
<b>Fermentation</b>	<p>La fermentation est une option de transformation traditionnelle à faible technologie qui permet d'améliorer la valeur nutritive de l'arachide bambara. Habituellement, le processus consiste à tremper les graines entières, puis à décortiquer, cuire et envelopper dans des feuilles de bananier avant de fermenter pendant environ 4 jours.</p> <p>Les effets positifs de la fermentation sont une décomposition des oligosaccharides et polysaccharides non digestibles en hydrates de carbone plus simples digestibles et une réduction des facteurs antinutritionnels et de la teneur en phénols (diminution moyenne des inhibiteurs de la trypsine de 40%).</p>
<b>Ébullition</b>	<p>Les graines de bambara sont souvent cuites dans une eau excessive pendant des périodes variables jusqu'à ce que la texture souhaitée soit atteinte. L'ébullition a un impact positif sur la qualité nutritionnelle en détruisant les facteurs antinutritionnels (diminution des tanins de 43% et des phytates de 26%) et en améliorant la digestibilité in vitro de l'amidon et des protéines</p>

Source : Tan et al. (2020) et Duodu et Apea-Bah (2017)

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

Les graines d'arachide bambara peuvent être consommées crues comme légume frais, bouillies, frites, cuites et rôties (Feldman et al 2019). La consommation de graines fraîches immatures comme légumes en salade ou cuites en soupe comme les pois peut ouvrir de nouvelles possibilités de transformation industrielle en offrant une alternative aux pois et autres légumineuses fraîches. Les légumineuses séchées sont utilisées après avoir bouilli dans les ragoûts et les soupes ou pour faire des haricots en conserve. Les graines cuites et/ou grillées sont consommées directement comme snack aux noix ou sont utilisées dans différentes formulations de snack sain riches en protéines (Ade-Omowaye et al., 2021). Les graines séchées, brutes ou préalablement grillées servent à obtenir une farine qui remplace partiellement la farine de blé dans des produits comme le pain, les pâtes, les sucreries et les biscuits. Enfin, l'arachide bambara permet de produire un lait de qualité comparable au soja, prêt à être consommé ou prêt à être fermenté avec de l'acide lactique comme boisson probiotique (Ade-Omowaye et al., 2021).

En ce qui concerne le processus d'ébullition, les graines de cette légumineuse ont une contrainte en raison de la longue durée de cuisson. Ils ont généralement besoin de 3 à 4 heures d'ébullition. Cela peut ne pas convenir aux communautés rurales en raison de la demande accrue de combustible (bois) (Feldman et al., 2019). Le phénomène de la difficulté à cuire peut limiter son utilisation. Elle est associée à des modifications structurales cellulaires et à des changements de composition qui se produisent dans les cotylédons et les téguments des graines. Les méthodes de traitement utiles pour remédier à cet inconvénient comprennent les traitements chimiques (auxiliaires de cuisson), biologiques (germination et fermentation) et physiques (écrasage, broyage, torréfaction et mise en conserve) (Mubaiwa et al., 2018).

Les produits dérivés des graines peuvent être représentés par des isolats de protéines, utiles dans la formulation de vinaigrettes pour salades et sauces, d'amidon et d'émulsifiants comme ingrédients naturels des produits industriels (Ade-Omowaye et al., 2021).

Les feuilles, les tiges et les haubans servent d'aliments au bétail (Majola et al., 2021).

### **Contribution à l'emploi**

Le bambara est souvent délaissé dans les communautés rurales comme une « culture des pauvres » et est également considérée comme une « culture des femmes », car les femmes en sont les gardiennes et les hommes se concentrent généralement sur la production céréalière, dont le prix est plus élevé, en particulier dans les pays à faible revenu, comme en Afrique subsaharienne (Feldman et al., 2019). En fait, il est principalement cultivé par les femmes dans ces régions, où il sert de moyen de subsistance. La perception qu'il s'agit de toute façon d'un aliment pauvre se traduit par une difficulté à développer une chaîne de valeur par rapport aux grandes cultures. Au fur et à mesure que les conditions de vie s'améliorent ou que la disponibilité des aliments augmente, d'autres aliments sont préférés au bambara. Néanmoins, plus récemment, l'arachide bambara a bénéficié d'une culture relativement étendue comparativement à d'autres légumineuses sous-utilisées, en particulier dans les pays d'Afrique subsaharienne (Mubaiwa et al., 2018). Elle a l'avantage d'être une légumineuse riche en protéines et de haute valeur nutritionnelle. Par conséquent, elle a de bonnes chances de créer des marchés de niche pour les graines brutes et les aliments transformés potentiels. Pour les mêmes

raisons, le bambara a également le potentiel de devenir une culture d'exportation (Feldman et al., 2019). Certains produits dérivés de graines fraîches ou sèches présentent le potentiel de développer un peu d'activités de transformation, à condition que des équipements tels que des machines de transformation ou de l'énergie soient mis à disposition.

Un système semencier coordonné fait défaut en Afrique de l'Ouest ou en Afrique subsaharienne en général. Les agriculteurs utilisent des semences de mauvaise qualité à la ferme, bien qu'ils profitent de la grande variabilité génétique des variétés locales (Majola et al., 2021).

## Références

Abberton M, Paliwal R, Faloye B, Marimagne T, Moriam A, Oyatomi O. (2022). Indigenous African orphan legumes: Potential for food and nutrition security in SSA. *Front. Sustain. Food Syst.* 6:708124. doi: 10.3389/fsufs.2022.708124

Ade-Omowaye BI, Smetanska I, Mamdouh D. (2021). Potential Industrial Applications of Bambara Groundnut. In *Food and Potential Industrial Applications of Bambara Groundnut* (pp. 209-226). Springer, Cham. doi.org/10.1007/978-3-030-73920-1\_12

Adeleke OR, Adiamo OQ, Fawale OS. (2017). Nutritional, physicochemical, and functional properties of protein concentrate and isolate of newly-developed Bambara groundnut (*Vigna subterranea* L.) cultivars. *Food Sci. Nutr.* 6, 229-242. doi: 10.1002/fsn3.552

Adeyeye EI, Olaleye AA, Adesina AJ (2015). Lipid composition of Testa, dehulled seed and whole seed of bambara groundnut (*Vigna subterranea* L. Verdc). *Curr. Adv. Plant Sci. Res.* 2, 1–9.

Apata DF, Ologhobo AD. (1994). Biochemical evaluation of some Nigerian legume seeds. *Food Chem.* 49, 333–338. Doi: 10.1016/0308-8146(94)90001-9

Duodu KG and Apea-Bah FB. (2017). African legumes: Nutritional and health-promoting attributes. In Taylor JRN and Awika JM. eds. *Gluten-Free Ancient Grains. Cereals, Pseudocereals, and Legumes: Sustainable, Nutritious, and Health-Promoting Foods for the 21st Century*, Woodhead Publishing, Elsevier Ltd. pp. 223-269.

FAOSTAT, 2016. Production quantities by country. Available from: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>

Feldman A, Ho WK, Massawe F, Mayes S. (2019). Bambara groundnut is a climate-resilient crop: how could a drought-tolerant and nutritious legume improve community resilience in the face of climate change ? In *Sustainable solutions for food security* (pp. 151-167). Springer, Cham. doi.org/10.1007/978-3-319-77878-5\_8

Halimi RA, Barkla BJ, Mayes S, King GJ. (2019). The potential of the underutilized pulse bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) for nutritional food security. *J. Food Compos. Anal.* 77, 47–59. doi: 10.1016/j.jfca.2018.12.008

Hillocks RJ, Bennett C, Mponda OM. (2012). Bambara nut: A review of utilisation, market potential and crop improvement. *Afr. Crop Sci. J.* 20, 1 – 16. <https://www.ajol.info/index.php/acsj/article/view/78601>

Kambou DJ, Nandkangre H, Ouoba A, Konate M N’Golo, Sawadogo N, Ouedraogo M, Sawadogo M (2020). Agro-morphological characterization of Bambara nut accessions [*Vigna subterranea* (L) Verdcourt] from Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences* 153: 15727 – 15744. <https://doi.org/10.35759/JABs.153.1>

Ibrarhin HD, Ogunwusi AA. (2016). Industrial potentials of bambara nut. *J. Poverty Invest. Devel.* 22, 12–18. <https://iiste.org/Journals/index.php/JPID/article/view/29338/30127>

Majola NG, Gerrano AS, Shimelis H. (2021). Bambara groundnut (*Vigna subterranea* [L.] Verdc.) production, utilisation and genetic improvement in Sub-Saharan Africa. *Agronomy*, 11(7), 1345. doi: 10.3390/agronomy11071345

Mubaiwa J, Fogliano V, Chidewe C, Bakker EJ, Linnemann AR. (2018). Utilization of bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) for sustainable food and nutrition security in semi-arid regions of Zimbabwe. *PLoS One*, 13, e0204817. doi: 10.1371/journal.pone.0204817

Mustafa MA, Mabhaudhi T, Massawe F. (2021). Building a resilient and sustainable food system in a changing world—A case for climate-smart and nutrient dense crops. *Global Food Security*, 28, 100477. doi: 10.1016/j.gfs.2020.100477

Nkafamiya I, Osemeahon SA, Andema AK, Akinterinwa A. (2015). Evaluation of cyanogenic glucoside contents in some edible nuts and seeds in Girei, Adamawa State, Nigeria. *IOSR J. Env. Sci. Toxicol. Food Technol.* 9, 2319–2399. DOI: 10.9790/2402-09712733

Nwokolo E. (1987). A nutritional assessment of African yam bean *Sphenostylis stenocarpa* (Hochst ex A. Rich) Harms, and bambara groundnut *Voandzeia subterranea* L. *J. Sci. Food Agric.* 41, 123-129. doi: 10.1002/jsfa.2740410205

Okafor JNC, Ani JC, Okafor GI. (2014). Effect of processing methods on quality of Bambara groundnut (*Voandzeia subterranea* (L.) Thouars) flour and their acceptability in extruded snacks. *Am. J. Food Technol.* 9, 350–359. DOI: 10.3923/ajft.2014.350.359

Omoikhoje SO, Bamgbose AM, Aruna MB. (2006). Determination of the nutrient and antinutrient components of raw, soaked, dehulled and germinated Bambara groundnut seeds. *J. Anim. Vet. Adv.* 5, 1022–1025.

Ouedraogo M, Zagre M’BI B, Jorgensen ST, Liu F, 2012. Effect of mounding times on yield of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) landraces in Sahel-Burkina Faso. *African Journal of Agricultural Research*, 7(32), 4505-4511.

Séraphin DK, Youssouf KK, Doudjo S, Emmanuel AN, Benjamin YK, Dago G. (2015). Caractérisation biochimique et fonctionnelle des grains de sept cultivars de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) Verdc. Fabaceae] cultivés en Côte D’Ivoire. *ESJ.* 11, 288 - 304. <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/6277>

Tan XL, Azam-Ali S, Goh EV, Mustafa M, Chai HH, Ho WK, Mayes S, Mabhaudhi T, Azam-Ali S, Massawe F. (2020). Bambara Groundnut: An Underutilized Leguminous Crop for Global Food Security and Nutrition. *Front. Nutr.* 7, 601496. DOI: 10.3389/fnut.2020.601496

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 & Charrondière 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.

Yao DN, Kouassi K., Erba D, Scazzina F, Pellegrini N, Casiraghi MC. (2015). Nutritive evaluation of the Bambara groundnut Ci12 landrace [*Vigna subterranea* (L.) Verdc. (Fabaceae)] produced in Côte d'Ivoire. *Int. J. Mol. Sci.* 16, 21428–21441. doi: 10.3390/ijms160921428

### III. Cassava (*Manihot esculenta*)

#### **Taxonomie, culture et propriétés agronomiques**

##### **1. Taxonomie :**

Le manioc appartient à la famille des Euphorbiacées, qui compte environ 7200 espèces, caractérisées par le développement notable de vaisseaux lactifères, eux-mêmes constitués de cellules sécrétrices appelées lactifères.

Celles-ci produisent la sécrétion laiteuse, ou « latex », qui caractérise les plantes de cette famille. Un genre très important de cette famille est *Manihot*, auquel appartient le manioc. Le genre *Manihot* n'est originaire que des Amériques, avec des espèces réparties du sud-ouest des États-Unis à l'Argentine. Bien que toutes les espèces du genre puissent se croiser entre elles, des données suggèrent que, dans la nature, elles sont isolées sur le plan de la reproduction. Environ 98 espèces ont été décrites comme appartenant à ce genre, dont seul le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) a une importance économique et est cultivé. Il existe peut-être plus de 100 noms communs pour cette espèce, en raison de sa diffusion dans le monde tropical par les premiers commerçants (Ceballos & de la Cruz, 2012).

Le manioc est un diploïde fonctionnel ( $2n = 2x = 36$ ). Certaines parties du génome peuvent être dupliquées et, par conséquent, le manioc peut en fait être un allotétraploïde segmentaire (Ceballos & de la Cruz, 2012).

##### **2. Zones de culture et cultivars connus :**

###### **Sites de culture au Niger**

L'utilisation du manioc a été introduite au Niger comme stratégie de lutte contre la famine d'abord sous forme de gari, un tourteau de manioc séché, au début des années 1900 puis sous forme de culture maraîchère depuis la grande famine sahélienne (Muller et Almedom, 2008). Les régions de Tahoua, Dosso et Zinder sont les principales zones de production de manioc<sup>10</sup>. La région de Dosso au sud du Niger, à environ 300 km de Niamey, a également été répertoriée par Saidou et al. (2011), comme zone de production de manioc (voir Figure 1).

---

<sup>10</sup> <https://www.2scale.org/en/updates/village-chief-boosting-cassava-production-in-niger-en>

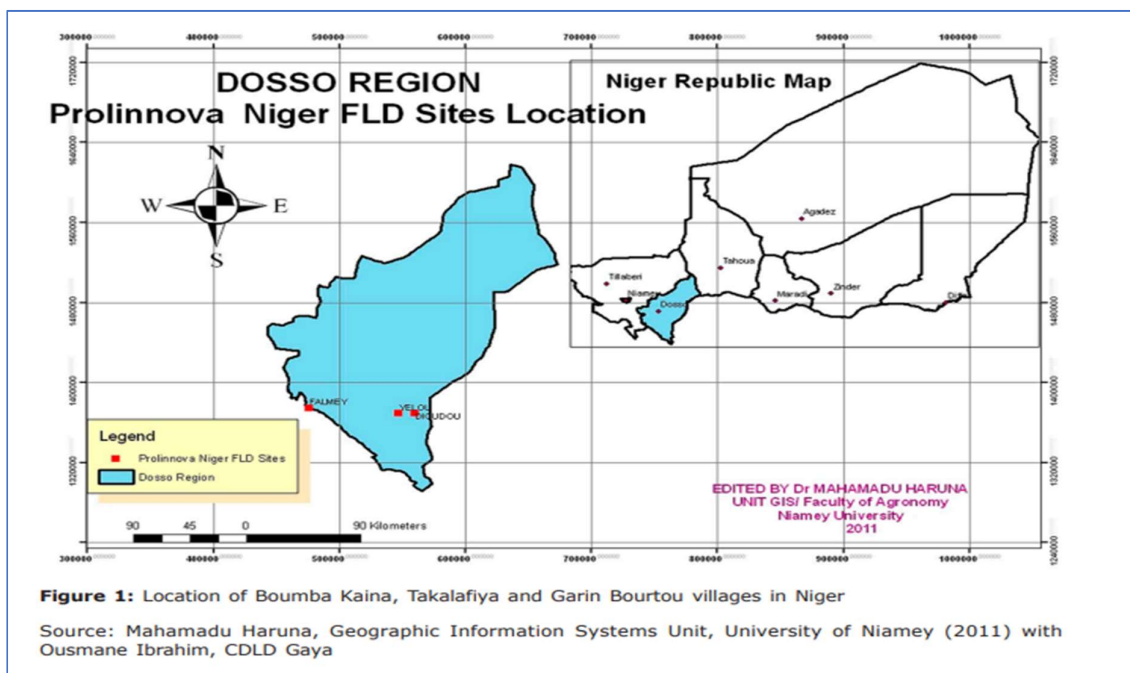


Figure 1. La localisation de la région de Dosso (Niger), où le manioc est cultivé. Source : Saidou et al. (2011).

## Les types cultivés

Aucune information trouvée sur les types de manioc cultivés au Niger.

### Tolérance aux stress abiotiques et biotiques

Le manioc est important pour les petits agriculteurs et les plantations à grande échelle en raison de ses faibles besoins en nutriments, de sa capacité à tolérer les conditions de sécheresse et de sa facilité de propagation à faible coût. Le manioc est bien connu pour sa capacité à résister à des périodes importantes de stress hydrique, mais avec une réduction associée de la croissance et des rendements. La réponse des plantes de manioc au stress hydrique est fonction à la fois de la durée et de la sévérité du déficit hydrique et du cultivar. Dans des conditions expérimentales, la biomasse des racines et des tiges peut être inférieure de 70 % chez les plantes soumises à un stress hydrique. Non seulement la gravité du déficit hydrique est importante, mais aussi son déroulement, les effets étant plus prononcés si le déficit hydrique se produit dans les 1 à 5 premiers mois après la plantation (voir Burns et al. 2010).

L'augmentation récente de l'incidence des maladies causées par des virus dans le manioc présente une menace sérieuse pour la production. L'incidence des épidémies de virus de la mosaïque du manioc a augmenté au cours des vingt dernières années en Afrique de l'Est, entraînant des pertes de 47% de la production et de 60 millions de dollars par an (en rendement perdu), et provoquant une famine locale. Le virus de la striure brune du manioc a dévasté les cultures de manioc en Afrique de l'Est et continue de se propager. Cela a entraîné des investissements importants dans les programmes de sélection des

plantes pour surmonter ce problème. L'incidence des maladies des plantes est affectée par les conditions environnementales ; par exemple, les maladies causées par des agents pathogènes bactériens et fongiques ont tendance à être plus graves lorsque les conditions sont plus chaudes et plus humides, bien que certaines maladies soient favorisées par des conditions fraîches. Ainsi, dans un climat changeant, la gamme des agents pathogènes des plantes peut changer, tout comme l'incidence et la gravité des maladies des plantes (Burns et al. 2010).

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

Les rendements du manioc varient considérablement d'une région du monde à l'autre. La différence de rendements dans le monde est probablement le résultat de pratiques agronomiques, ainsi que des conditions environnementales. Le manioc nécessite peu de gestion active après les 4 à 6 premiers mois suivant la plantation (c'est-à-dire après l'établissement et la fermeture de la canopée) et est compatible avec de nombreux types de cultures intercalaires. En Afrique, par exemple, le manioc est souvent cultivé comme culture intercalaire dans des exploitations de subsistance sur des terres marginales. L'accès aux intrants agricoles, tels que les engrais et les pesticides, est souvent limité ou inexistant dans de telles situations. Par conséquent, les cultures intercalaires doivent être soigneusement gérées pour minimiser l'épuisement des nutriments du sol. Cependant, ces cultures ont l'avantage d'augmenter la diversité des aliments consommés, ce qui a des implications sur la capacité humaine à détoxifier le cyanure dans l'alimentation. Le manioc est également cultivé comme une imitation de jachère, c'est-à-dire qu'une culture de manioc est plantée au lieu de laisser la terre se reposer et que le matériel végétal rejeté est paillé dans le sol. Cependant, les impacts environnementaux potentiels de l'utilisation d'espèces cyanogènes comme engrais vert, tels que le lessivage des glycosides cyanogènes dans les eaux souterraines et les effets allélopathiques, doivent être pris en compte.

La compétition entre le manioc et les mauvaises herbes, pour l'espace, l'eau et les nutriments, peut également réduire de manière significative les rendements du manioc. Bien que les mauvaises herbes puissent être contrôlées avec des herbicides lorsqu'ils sont disponibles, elles doivent généralement être enlevées à la main dans les systèmes d'agriculture de subsistance, ce qui représente une dépense importante de temps et d'énergie. Si la production de manioc devait passer d'un système d'agriculture de subsistance à un système d'agriculture de profit, il serait presque certainement nécessaire d'utiliser des herbicides pour contrôler les mauvaises herbes. Cela doit cependant s'accompagner d'une connaissance de leur utilisation sûre, tant en termes de sécurité humaine qu'environnementale.

#### **Propriétés agronomiques**

Le manioc est la troisième source de calories dans les tropiques et la sixième culture vivrière après la canne à sucre, le maïs, le riz, le blé et la pomme de terre, en termes de production annuelle mondiale (Burns et al. 2010). Les rendements moyens en Indonésie et en Thaïlande sont le double de celui de l'Afrique (8-10 t/ha), avec des rendements enregistrés de 18 à 23 tonnes par hectare en 2008. Des rendements de 90 tonnes par hectare ont été enregistrés dans des conditions de croissance idéales en Colombie. Cela suggère que le potentiel de rendement du manioc n'est pas pleinement exploité dans certaines régions, y compris celles où une augmentation modeste du rendement pourrait contribuer à la sécurité alimentaire (Burns et al. 2010).

Au Niger, la production annuelle de manioc est estimée à 371.135 tonnes<sup>11</sup>. Le manioc peut être trouvé en vente dans les rues comme collation ou comme condiment au Niger, et il est souvent consommé au déjeuner et même comme dessert. Bien qu'il soit toujours considéré comme de moindre qualité que le millet, et que les participants aient exprimé leur regret s'il s'agissait du seul aliment pour le dîner, il a toujours un rôle dynamique dans la culture, qui imite des traditions plus anciennes telles que le *kopto* ou le *dibi gunda*, et peut représenter un changement positif en réponse à une famine vécu précédemment (Muller & Almedom 2008).

## Section sur la nutrition

### Propriétés nutritionnelles et fonctionnelles



Figure 2 : Racines de manioc blanc.

Source : <https://www.shutterstock.com>

*Manihot esculenta* Crantz, communément appelé manioc, est l'une des cultures vivrières de base les plus importantes des régions tropicales du monde. La production de cette culture contribue au maintien de la sécurité alimentaire dans la plupart des pays en développement, y compris en Afrique.

Le manioc est particulièrement riche en hydrates de carbone composés presque entièrement d'amidon. Il représente donc actuellement la troisième source d'hydrates de carbone des tropiques pour la consommation humaine après le maïs et le riz.

---

<sup>11</sup> <https://www.2scale.org/en/updates/village-chief-boosting-cassava-production-in-niger-en>

Ses racines contiennent également des vitamines et plusieurs minéraux, tandis que sa teneur en protéines est faible par rapport à d'autres racines et tubercules. Un inconvénient majeur pour le manioc est que les racines se détériorent deux à trois jours après la récolte en raison de leur forte teneur en humidité (Udoro et al., 2013, Shittu et al., 2016). Toutefois, les produits stables de manioc (croustilles et farine) pourraient tout simplement être produits puis utilisés à des fins industrielles et domestiques (Udoro et al., 2021).

Dans les régions où le manioc est cultivé, la chair est traditionnellement blanche, mais des variantes biofortifiées à chair jaune, contenant davantage de caroténoïdes de provitamine A, sont maintenant disponibles et offrent un potentiel considérable pour atténuer l'insécurité alimentaire dans les pays en développement. La valeur ajoutée qu'offrent ces variantes pourrait renforcer l'acceptation et la culture généralisée par les agriculteurs, et, peut-être, la culture des variantes à chair jaune pourrait dépasser celle des variantes à chair blanche à l'avenir (Ayetigbo et al., 2018).

Le manioc est l'une des dizaines de cultures qui contiennent des glycosides cyanogènes (glucosides  $\alpha$ -hydroxynitrile) qui se décomposent pour libérer du cyanure toxique (HCN) lorsque les tissus végétaux sont broyés ou mâchés, perturbant ainsi les cellules (Alves et al., 2002). Par conséquent, le manioc peut causer de graves maladies ou la mort chez les consommateurs s'il n'est pas d'abord traité adéquatement (Cliff et al., 1995).

### Composition nutritionnelle des racines de manioc

Le manioc est principalement une source d'hydrates de carbone, qui représentent environ 80 à 90% de sa composition en matière sèche. La teneur en glucides est d'environ 80% d'amidon et de faibles quantités de saccharose (36-46 mg/g), de glucose (5-14 mg/g) et de maltose (2-19 mg/g) sur la base du poids sec. Les racines de manioc contiennent des vitamines A, C et E et plusieurs minéraux comme le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium, le fer, le phosphore et le chlorure. Ces ingrédients bioactifs présents dans le manioc indiquent que la racine tubéreuse peut posséder certaines propriétés médicinales (Udoro et al., 2021)

Tableau 1 : Composition chimique de la farine de manioc blanc, tubercule de manioc à chair blanche cru et tubercule de manioc à chair jaune cru (g/100g de portion comestible (PC)).

	<b>Manioc, farine, de manioc blanc</b>	<b>Manioc, tubercule, chair blanche, cru</b>	<b>Manioc, tubercule, chair jaune, cru</b>
<b>Énergie (kJ)</b>	1450	600	325
<b>Énergie (kcal)</b>	341	142	77
<b>Eau</b>	11,8	62,1	79,0
<b>Protéines totales</b>	1,6	1,3	0,7

<b>Lipides totaux</b>	0,7	0,3	0,2
<b>Glucides disponibles</b>	79,9	31,6	16,6
<b>Fibres alimentaires totales</b>	4,3	3,7	2,9
<b>Cendres</b>	1,7	1,0	0,6

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

Tableau 2 : Minéraux (mg/100 g PC) dans la farine de manioc blanc, de manioc, à chair blanche et de manioc, à chair jaune

	<b>Manioc, farine, de manioc blanc</b>	<b>Manioc, tubercule, chair blanche, cru</b>	<b>Manioc, tubercule, chair jaune, cru</b>
<b>Calcium</b>	66	37	21
<b>Fer</b>	2,0	1,5	0,7
<b>Magnésium</b>	51	13	7
<b>Phosphore</b>	104	50	28
<b>Potassium</b>	209	167	94
<b>Sodium</b>	3	2	1
<b>Zinc</b>	0,17	2,5	0,90
<b>Cuivre</b>	0,08	0,04	0,02

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

Tableau 3: Vitamines (dans 100 g PC) dans la farine de manioc blanc, de manioc, à chair blanche et de manioc, à chair jaune

<b>VITAMINES</b>	<b>Composants</b>	<b>Manioc, farine, de manioc blanc</b>	<b>Manioc, tubercule, chair blanche, cru</b>	<b>Manioc, tubercule, chair jaune, cru</b>
<b>Vitamine A (exprimée en équivalent rétinol) (mcg)</b>		0	4	75
<b>β-carotène (Équivalent) (mcg)</b>		0	25	452
<b>Vitamine B<sub>1</sub> (mg)</b>	Thiamine	0,09	0,05	0,03
<b>Vitamine B<sub>2</sub> (mg)</b>	Riboflavin	0,04	0,03	0,02
<b>Vitamine B<sub>3</sub> Niacine équivalent (mg)</b>		1,5	0,8	0,5

<b>Vitamine B<sub>6</sub></b>		40	70	60
<b>Vitamine B<sub>9</sub> (mcg)</b>	Folate	100	24	14
<b>Vitamine C (mg)</b>		1	30	17
<b>Vitamine E (exprimée en équivalent <math>\alpha</math>-tocophérol) (mg)</b>		0,04	0,19	0,20
	$\alpha$ -tocopherol (mg)	0,00	0,19	0,20
	$\gamma$ -tocopherol (mg)	0,42	0	0

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

Tableau 4 : Acides gras (g/100 g PC) dans la farine de manioc blanc, de manioc, à chair blanche et de manioc, à chair jaune

	<b>Manioc, farine, de manioc blanc</b>	<b>Manioc, tubercule, chair blanche, cru</b>	<b>Manioc, tubercule, chair jaune, cru</b>
<b>Acides gras saturés totaux</b>	0,25	0,09	0,05
<b>Acides gras monoinsaturés totaux</b>	0,22	0,01	0,01
<b>Acides gras polyinsaturés totaux</b>	0,08	0,13	0,08
<b>Acide linoléique</b>	0,07	0,12	0,07
<b>Acide <math>\alpha</math>-linoléique</b>	0,01	0,02	0,01

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

### Composés antinutritionnels et composition phytochimique de la farine de manioc

Le tubercule de manioc à chair blanche est amer ou sucré. L'amertume dépend de la quantité de composés tels que les tanins et les cyanogènes. Les tubercules de manioc contiennent une forte teneur en glucosides cyanogènes toxiques (HCN > 100 mg/kg), qui doivent être réduits par des procédés technologiques (ébullition, friture, fermentation, séchage, cuisson ou réduction de la taille) pour assurer une consommation sûre de manioc. Malheureusement, ces processus entraînent une perte importante de la teneur en micronutriments, en particulier en vitamines et minéraux (Ayetigbo et al.,

2018). La farine et les racines de manioc contiennent également du phytate (1054 mg/100 g PC et 99 mg/100 g PC, respectivement) (Vincent et al., 2020).

La teneur en cyanogène et en tanins des racines de manioc dépend fortement du génotype, de l'emplacement et des conditions environnementales qui, avec les méthodes de production, influent sur les propriétés physico-chimiques et fonctionnelles des produits comestibles (farine et amidon) obtenus à partir du manioc (Ayetigbo et al., 2018).

Tableau 5 : Composés antinutritionnels et composition phytochimique des farines obtenues à partir de neuf variétés de manioc du Nigeria

	Teneur totale en composés phénoliques (mgCAE/g)	Alcaloïdes (%)	HCN (mg/kg)	Flavonoïdes (%)	Tanins (%)
<b>TMS92/0057</b>	0,149 ±0,00	4,35 ±0,006	9,56±0,002	3,82±0,001	0,13±0,002
<b>TMS/1646</b>	0,075 ±00,23	3,50±0,001	12,72±0,003	5,28±0,002	0,15±0,001
<b>TMS/0338</b>	0,102 ±0,02	2,62±0,00	8,14±0,001	3,70±0,001	0,14±0,00
<b>01/0103</b>	0,105 ±0,003	4,18±0,003	10,38±0,002	4,26±0,00	0,07±0,00
<b>NR87/184</b>	0,139 ±0,019	2,90±0,004	12,30±0,00	4,75±0,00	0,12±0,00
<b>TMS94/0330</b>	0,122 ±0,038	3,82±0,001	9,70±0,01	4,19±0,00	0,08±0,00
<b>TMS91/1730</b>	0,086 ±0,013	1,80±0,002	11,30±0,002	4,32±0,00	0,08±0,001
<b>TMS00/0355</b>	0,171 ±0,008	4,23±0,00	10,65±0,003	3,64±0,00	0,10±0,00
<b>TME778</b>	0,174 ±0,008	3,24±0,016	10,35±0,0	3,42±0,002	0,90±0,00

CAE= Chlorogenic acid equivalent. Source : Adapté de Eleazu et al. (2011).

### Propriétés fonctionnelles et effets bénéfiques pour la santé de la farine de manioc

La farine de manioc est considérée comme une source efficace d'amidon résistant, qui aurait des effets bénéfiques sur différentes pathologies (diabète, maladies cardiovasculaires et du côlon, obésité), car l'amidon résistant atteint le côlon et sa fermentation par la microflore produit principalement des acides gras à chaîne courte (Pereira et al., 2014). De plus, la farine et l'amidon de manioc sont sans gluten et peuvent être consommés en toute sécurité par les patients cœliaques (Udoro et al., 2021).

### Composition nutritionnelle des feuilles de manioc

Le manioc est principalement cultivé pour ses racines alors que les feuilles sont surtout considérées comme un sous-produit disponible toute l'année. Les feuilles de manioc sont consommées comme légume dans au moins 60% des pays d'Afrique subsaharienne, y compris au Nigéria où elles constituent l'une des principales composantes de l'alimentation. Les feuilles de manioc sont riches en protéines (plus riches que les racines), en acides aminés essentiels, en minéraux (particulièrement phosphore, potassium, magnésium, calcium) et en vitamines (vitamines B1, B2, C).

Bien que les feuilles de manioc soient une source de nutriments précieux, elles sont aussi toxiques en raison des glucosides cyanogéniques et de facteurs antinutritionnels comme la teneur élevée en fibres, les tanins et l'acide phytique qui réduisent la biodisponibilité, l'absorption et la digestibilité des nutriments, et peuvent éventuellement avoir des effets toxiques selon la méthode de transformation et la quantité consommée (Latif et Muller, 2015 ; Oresgun et al., 2016).

L'enrichissement d'aliments courants riches en protéines, en micronutriments et en vitamines s'est révélé la stratégie la plus durable et la plus rentable pour accroître la disponibilité de protéines et de micronutriments dans l'alimentation. Les feuilles de manioc sont un candidat important pour de telles interventions et peuvent aider à réduire la malnutrition, comme l'anémie, les carences en vitamine A et en protéines, chez les Nigériens et les Burkinabés (Latif et Muller, 2015).

Tableau 6 : Composition chimique des feuilles de six variétés différentes de manioc du Nigeria

Variété de manioc	Protéines (%)	Humidité (%)	Graisses (%)	Cendres (%)	Glucides (%)	B-carotène (µg/g)
Variété 326	43,95 ± 0,08	6,33 ± 0,01	12,13 ± 0,06	3,76 ± 0,01	33,84 ± 0,11	327,06 ± 19,6
Variété 505	40,19 ± 0,42	9,55 ± 0,1	7,68 ± 0,02	3,88 ± 0,02	38,71 ± 0,32	636,92 ± 9,02
Variété 419	48,85 ± 0,45	6,71 ± 0,13	13,27 ± 0,06	3,87 ± 0,04	27,31 ± 0,56	816,92 ± 8,80
Variété TME 1	42,19 ± 0,03	6,29 ± 0,20	10,25 ± 0,07	5,53 ± 0,03	35,74 ± 0,03	298 ± 5,74
Variété 1,368	44,49 ± 0,35	9,46 ± 0,27	5,59 ± 0,02	3,4 ± 0,01	37,07 ± 0,09	303,74 ± 2,50
Variété 30,572	42,22 ± 0,02	6,27 ± 0,20	10,18 ± 0,07	5,56 ± 0,03	35,16 ± 0,03	298 ± 5,74

Source : Oresgun et al. (2016).

### Composition phytochimique des feuilles de manioc

Différentes variétés de feuilles de manioc contiennent des substances phytochimiques, des minéraux et des éléments antinutritionnels qui jouent un rôle important dans le développement humain (Ogbuji et David-Chukwu, 2016).

Tableau 7 : Teneur totale en phénolique de cinq feuilles de manioc de génotypes différents. Les valeurs sont données sur la base de matière fraîche

Génotypes	Pays	Teneur totale en polyphénols (mg GAE/100 g)
92/0326	Cameroun	11,04 ± 0,04
96/1414	Cameroun	14,78 ± 0,11
IRAD4115	Cameroun	15,06 ± 0,06
AD	Cameroun	6,20 ± 0,07

EN	Cameroun	11,69 ± 0,09
----	----------	--------------

Source : Koubalaet al. (2015)

Tableau 8 : Valeur moyenne de la composition phytochimique des feuilles des variétés de manioc (mg/100g)

Variétés de manioc	Pays	Alcaloïdes	Flavonoïdes	Glycosides cynogéniques	Saponines
TME419	Nigéria	26,03±0,09	54,94±1,51	0,51± 0,05	1,58±0,020
TMS 92/0326	Nigéria	38,33±0,18	48,07±1,09	0,52± 0,05	1,65± 0,25
TMS 92B/0061	Nigéria	38,07± 0,16	58,37±1,61	0,57± 0,05	1,66± 0,25
NR8213	Nigéria	32,63± 0,10	50,92±1,30	0,49± 0,04	1,64± 0,24

Source : Ogbuji and David-Chukwu (2016)

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

Le manioc est utilisé à la fois comme aliment de base pour l'homme et comme source d'amidon et d'alimentation animale. La farine bouillie obtenue de la transformation des racines est principalement consommée. Très répandu en Afrique, le manioc peut remplacer la farine de blé dans de nombreux produits, y compris le pain et ses dérivés. En outre, l'amidon extrait des racines peut être utilisé comme matière première pour l'industrie alimentaire et au-delà, et pourrait ouvrir de nouvelles voies pour la commercialisation à grande échelle de la culture, tant sur le marché intérieur que sur les marchés d'exportation du Niger et du Burkina.

### Utilisation de la farine de manioc dans les procédés alimentaires et industriels

La farine de manioc est un représentant convenable et l'un des produits alimentaires les plus faciles à conserver pour la portion comestible de la racine de manioc hautement périssable.

La farine est le principal produit du manioc (environ 70% de la racine de manioc du Mozambique est utilisée pour produire de la farine). Le caractère agronomique du manioc favorise le faible coût et la disponibilité de sa farine tout au long de l'année. On l'obtient facilement en broyant les racines séchées, alors que le traitement pour obtenir de l'amidon est plus complexe et coûteux (extraction sous forme de lisier de la mouture humide des racines) et on l'utilise déjà pour mettre au point divers aliments comme le pain, les biscuits et les nouilles, sous forme de farine composite ou de farine de base (Udoro et al., 2021). Quelques exemples sont présentés dans le tableau.

Les farines et les poudres d'amidon sont les deux principaux produits primaires à base de racines de manioc commercialisés dans le monde entier. La farine de manioc est préparée à partir de copeaux séchés moulus ou de purée humide. Le moût préparé peut être fermenté ou non fermenté (Shittu et al., 2016).

Tableau 9 : Application de farine de manioc (FM) dans divers produits alimentaires à base de farine.

Composition de la farine	Produit alimentaire	Niveau d'inclusion de farine de manioc (FM) (%)	Principales constatations
Provitamine A, FM et farine de blé	Biscuit	10–40	Diminution de la teneur en matières grasses et en protéines du biscuit avec une augmentation des proportions de provitamine A
FM et farine de soja	Biscuit	50	Acceptabilité générale des biscuits à base de farine
FM, blé, maïs, et pois niébé	Pain	5–30	Acceptabilité du pain avec jusqu'à 10% de FM par le panéliste sensoriel
FM et blé	Pain	10–50	FM convient pour remplacer la farine de blé dans la fabrication du pain
FM, farine de riz, concentré de protéines extrudées et poudre de citrouille	Pain plat sans gluten et biscuits	Environ 50	FM convient comme farine de basse pour les produits de boulangerie sans gluten
FM, citrouille et pomme de terre	Gâteau sans gluten	Environ 35	(1:1:1) les mélanges de farine ont de bonnes valeurs nutritionnelles et propriétés sensorielles acceptables
FM	Nouilles	100	FM convient pour remplacer la farine de blé dans la production de nouilles
FM et blé	Nouilles	50–100	acceptabilité comparable à celle des nouilles commerciales

Source : Adapté de Udoro et al. (2021)

### Autres utilisations du manioc

Le manioc est une culture potentiellement évolutive à forte biomasse. Comparé à d'autres cultures bioénergétiques potentielles, le manioc s'adapte à des terres peu fertiles et à des conditions climatiques moins favorables comme la sécheresse (Jolayemi & Opabode, 2018). Les biocarburants de première génération sont principalement produits à partir de la fermentation de sucres dérivés de cultures vivrières (Hirani et al., 2018). Les biocarburants de deuxième génération proviennent de cultures non alimentaires (Awogbemi et al., 2021) ou de matières premières lignocellulosiques et de résidus agricoles (Morato et al., 2019). La racine tubéreuse du manioc est la principale partie utilisée à la fois pour le bioéthanol et l'alimentation, ce qui entraîne une concurrence directe. Cependant, les parties de la plante comme la tige ne sont utilisées que comme matériel de plantation, les feuilles étant peu utilisées comme nourriture et les restes des deux sont éliminés après la récolte. Les tiges et les feuilles ont également un potentiel bioénergétique. La tige de manioc contient environ 11,62%

d'hémicellulose et 21,43% de cellulose sous forme de sucres fermentescibles sous forme de lignocellulose (Sovorawet & Kongkiattikajorn, 2012). Cela signifie que le manioc peut servir de matière première pour la production de biocarburants de première et de deuxième génération. Le potentiel de production de bioéthanol du manioc est comparable à celui d'autres grandes cultures bioénergétiques comme le maïs (Pradyawong et al., 2018).

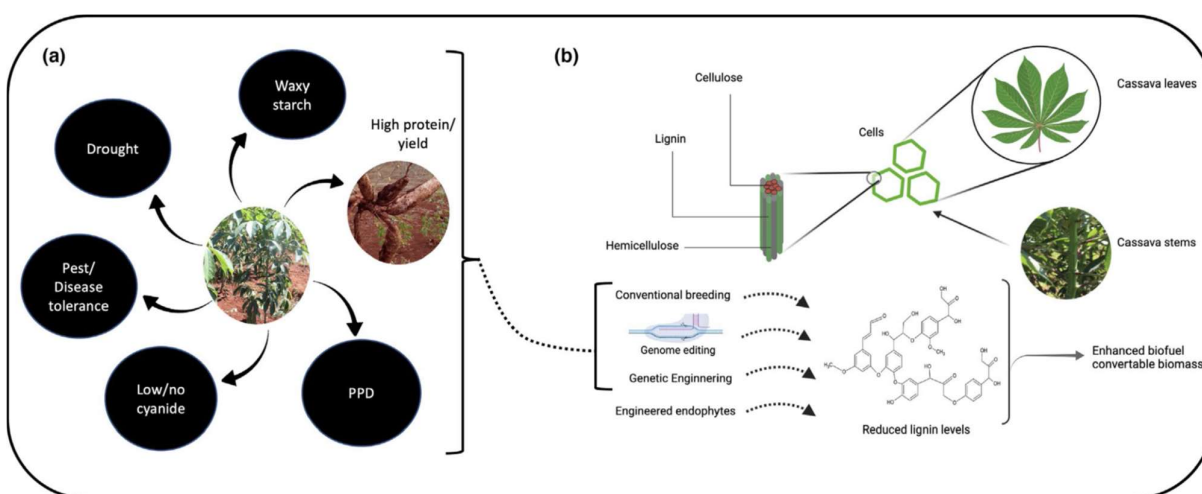


Figure 3. Représentation schématique des problèmes qui influent sur l'utilisation du manioc à des fins alimentaires et bioénergétiques et des approches permettant de réduire au minimum ces contraintes (a) caractéristiques cibles pour l'amélioration du manioc à des fins alimentaires et bioénergétiques, (b) approches permettant de réduire les niveaux de lignine dans la biomasse de manioc.

Source : Adaptée de Fathima et al., 2022

### ***PPD-détérioration physiologique après récolte***

La plupart des microbiomes végétaux contribuent à la tolérance des végétaux aux stress abiotiques et biotiques, ce qui joue un rôle très important dans l'amélioration de la biomasse végétale. Les endophytes les plus fréquents chez le manioc ont été identifiés comme des microbes appartenant aux genres *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Pantoea*, *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Stenotrophomonas*, *Fusarium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Lasiodiplodia spp.*, *Nectria pseudotrichia*, *Penicillium citrin* et *Schizophyllum commune* (Hartanti et al., 2021; Leite et al., 2018).

Les endophytes offrent des méthodes respectueuses de l'environnement et rentables pour accroître la productivité de la biomasse tout en rendant la biomasse végétale facilement utilisable pour la production de bioénergie.

En conclusion, les efforts de recherche visant à accroître la productivité du manioc pour l'alimentation humaine et animale, y compris le génie génétique du manioc pour réduire la complexité de l'amidon, l'utilisation d'endophytes pour rendre la biomasse cellulosique de manioc propice à la fermentation en bioénergie et l'édition du génome pour réduire la complexité de la lignine dans les tiges de manioc rendent possible son utilisation pour la production bioénergie, malgré sa production bioénergie.

### **Contribution à l'emploi**

La chaîne de valeur du manioc a un fort potentiel au Burkina Faso et au Niger, mais certains problèmes doivent encore être résolus en identifiant les points clés d'amélioration et les opportunités de marché pour améliorer les moyens de subsistance des petits producteurs et agriculteurs. L'encouragement et la promotion de petites entreprises locales visant à transformer le produit semi-fini du manioc en *attiéké* frais et déshydraté, un aliment de base local largement consommé, est souhaité. Il pourrait être redistribué à un marché local de consommateurs à faible revenu, afin de limiter l'importation de manioc semi-transformé des pays voisins tout en créant des emplois pour les jeunes et les femmes transformant le manioc local (2SCALE, 2022). Il est essentiel de pouvoir s'appuyer sur de nouvelles variétés améliorées, testées au Nigeria voisin, qui produisent 30 tonnes par hectare au lieu des 10 normalement produites dans cette zone et sur l'utilisation de techniques de production durable qui incluent un meilleur accès à l'utilisation des engrais, pesticides et herbicides et une livraison rapide du produit au secteur de la transformation à petite et à grande échelle (NDPI Foundation, 2018).

## Références

- Alves AAC. (2002). Cassava botany and physiology. In Cassava: Biology, Production and Utilization; Hillocks RJ, Thresh JM, Bellotti A C. Eds.; CABI Publishing: Oxon, UK, pp 67–89,
- Ayetigbo O, Latif S, Abass A, Müller J. (2018). Comparing Characteristics of Root, Flour and Starch of Biofortified Yellow-Flesh and White-Flesh Cassava Variants, and Sustainability Considerations: A Review. *Sustainability*. 10, 3089. doi: 10.3390/su10093089
- Awogbemi, O., Von Kallon, D. V., Onuh, E. I., & Aigbodion, V. S. (2021). An overview of the classification, production and utilization of biofuels for internal combustion engine applications. *Energies*, 14(18), 5687. <https://doi.org/10.3390/en14185687>
- Burns, A., Gleadow, R., Cliff, J., Zacarias, A., & Cavagnaro, T. (2010). Cassava: the drought, war and famine crop in a changing world. *Sustainability*, 2(11), 3572-3607.
- Ceballos, H., & Cruz A, (2012). Cassava taxonomy and morphology. In Ospina B, Ceballos H, editors. Cassava in the third millennium: modern production, processing, use, and marketing systems. Cali, CO: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Latin American and Caribbean Consortium to support Cassava Research and Development (CLAYUCA); Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA); 2012. pp. 15-28.
- Cliff J, Coutinho J, (1995). Acute intoxication from newly-introduced cassava during drought in Mozambique. *Trop. Doct.* 25, 193–193. DOI: 10.1177/004947559502500424
- Eleazu CO, Amajor JU, Ikpeama AI, Awa E. (2011). Studies on the nutrient composition, antioxidant activities, functional properties and microbial load of the flours of 10 elite cassava (*Manihot esculenta*) varieties. *Asian J. Clin. Nutr.* 3, 33–39. doi: 10.3923/ajcn.2011.33.39
- Hartanti, A. T., Susanti, F. N., Prasasty, V. D., & Radiastuti, N. (2021). Culturable endophytic fungal diversity in cassava tubers of Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(3), 1250–1260. <https://doi.org/10.13057/biodi.v/d220322>

- Hirani, A. H., Javed, N., Asif, M., Basu, S. K., & Kumar, A. (2018) A review on first-and second-generation biofuel productions. In A. Kumar, S. Ogita, & Y. Y. Yau (Eds.), *Biofuels: Greenhouse Gas Mitigation and Global Warming* (pp. 141–154). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-81-322-3763-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-81-322-3763-1_8)
- Jolayemi, O. L., & Opabode, J. T. (2018). Responses of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties to in vitro mannitol-induced drought stress. *Journal of Crop Improvement*, 32(4), 566–578. <https://doi.org/10.1080/15427528.2018.147143>
- Koubala BB, Laya A, Massai H, Kouninki H, Nukenine EN. (2015). Physico-chemical Characterization Leaves from Five Genotypes of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Consumed in the Far North Region (Cameroon). *Am. J. Food Technol.* 3, 40-47. doi: 10.12691/ajfst-3-2-3
- Latif S, Muller J. (2015). Potential of cassava leaves in human nutrition: A review. *Trends Food Sci Technol.* 44, 147-158. doi: 10.1016/j.tifs.2015.04.006
- Leite, M. Pereira, A., Souza, A. J. D., Andreote, F. D., Freire, F. J., & Sobral, J. K. (2018). Bioprospection and genetic diversity of endophytic bacteria associated with cassava plant. *Revista Caatinga*, 31(2), 315–325. <https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n207rc>
- Morato, T., Vaezi, M., & Kumar, A. (2019). Assessment of energy production potential from agricultural residues in Bolivia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 102, 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.11.032>
- Muller, J., & Almedom, A. M. (2008). What is “famine food”? Distinguishing between traditional vegetables and special foods for times of hunger/scarcity (Boumba, Niger). *Human Ecology*, 36(4), 599-607.
- NDPI Foundation (2018). Cassava value chain analysis. Retrieved from <https://ndpifoundation.org/wp-content/uploads/2018/09/Cassava-Value-Chain-Analysis.pdf>. Accessed May 12, 2022.
- Ogbuji CA, David-Chukwu NP. (2016). Phytochemical, Antinutrient and Mineral Compositions of Leaf Extracts of Some Cassava Varieties. *J. Environ. Sci. Toxicol. Food Technol.* 10, 4. doi: 10.9790/2402-10110508
- Onyango SO, Abong GO, Okoth MW, Kilalo DC, Mwang'ombe AW. (2021). Effect of pre-treatment and processing on nutritional composition of cassava roots, millet, and cowpea leaves flours. *Front. Sustain. Food Syst.* 5, Article 625735. doi: 10.3389/fsufs.2021.625735
- Oresegun A, Fagbenro OA, Ilona P, Bernard E. (2016). Nutritional and anti-nutritional composition of cassava leaf protein concentrate from six cassava varieties for use in aqua feed. *Cogent Food & Agriculture*, 2, 1147323. doi: 10.1080/23311932.2016.1147323
- Pereira BLB, Leonel M. (2014). Resistant starch in cassava products. *Food Sci Technol.* 34, 298–302. doi: 10.1590/fst.2014.0039
- Pradyawong, S., Juneja, A., Sadiq, M. B., Noomhorm, A., & Singh, V. (2018). Comparison of cassava starch with corn as a feedstock for bioethanol production. *Energies*, 11(12), 3476. <https://doi.org/10.3390/en11123476>

Saidou, M., Toudou, A., Chaibou, G., Moumouni, S., Seybou, B., & Abdou, Z. (2011). Combining farmers' documentation and adult literacy in Niger. In L. van Veldhuizen, A. Waters-Bayer, C. Wettasinha, W. Hiemstra (Eds.), *Farmer-Led Documentation: learning from Prolinnova experiences. A booklet in the series on Promoting Local Innovation (Prolinnova)*. Silang, Cavite, Philippines: IIRR/Leusden: Prolinnova International Secretariat, ETC AgriCulture. ISBN: 1-930261-30-6.

Shittu TA, Alimi BA, Wahab B, Sanni LO, Abass AB. (2016). Cassava Flour and Starch: Processing Technology and Utilization. In *Tropical Roots and Tubers* (eds H.K. Sharma, N.Y. Njintang, R.S. Singhal and P. Kaushal). doi: 10.1002/9781118992739.ch10a

Sovorawet, B., & Kongkiattikajorn, J. (2012). Bioproduction of ethanol in separate hydrolysis and fermentation and simultaneous saccharification and fermentation from cassava stalks. *Journal of Food Science and Engineering*, 2(2), 80. <https://doi.org/10.17265/2159-5828/2012.02.003>

Udoro E, Gbadamosi O, Taiwo K. (2013). Studies on the production and utilization of dried cassava chips as human food. In *Using Food Science and Technology to Improve Nutrition and Promote National Development. International Union of Food Science & Technology*: Guelph, ON, Canada

Udoro EO, Anyasi TA, Jideani AIO. (2021). Process-induced modifications on quality attributes of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) flour. *Processes*, 9, 1891. doi: 10.3390/pr9111891

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 & Charrondière 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.

2SCALE (2022). Improving product quality reaps rewards for NanAlim in Burkina Faso. Retrieved from <https://www.2scale.org/en/updates/improving-product-quality-reaps-rewards-for-nanalim-in-burkina-faso-en>. Accessed May 12, 2022.

IV. Fabirama (*Solenostemon rotundifolius*)**Taxonomie, culture and propriétés Agronomiques**

Figure 1. Feuilles et inflorescence de Fabirama.

Source : Kwarteng et al. (2018)

Figure 2. Tubercules de Fabirama.

Source : Kwarteng et al. (2018).

**1. Taxonomie :**

Les Burkinabés appellent la culture « Fabirama » (en langues bambara et dioula), qui a de nombreux autres noms communément connus, tels que pomme de terre indigène, pomme de terre de campagne, pomme de terre Frafra, pomme de terre Hausa, pomme de terre Soudan ou pomme de terre Zulu, selon la zone de culture en Afrique. Dans la langue Mòoré, la langue la plus parlée au Burkina Faso, la Fabirama s'appelle Pessa, mais en Inde, par exemple, la Fabirama est appelée pomme de terre chinoise (voir Ouédraogo et al. 2007, Sugri et al. 2013, Hua et al. 2018).

Le **Fabirama** est scientifiquement appelé *Coleus rotundifolius* (Poir.) A. Chev. & Perrot. Il est étroitement lié aux plantes coleus, qui sont largement cultivées comme plantes ornementales. Le Fabirama fait maintenant partie du genre *Coleus*, après avoir été auparavant placé dans le genre ancien *Solenostemon* et dans *Plectranthus* (Paton et al. 2019). Par conséquent, dans de nombreux articles scientifiques, le Fabirama a été appelé par divers noms d'espèces scientifiques, tels que *Plectranthus rotundifolius* (Poir.) Spreng. et *Solenostemon rotundifolius* (Poir.) J. K. Morton. Par exemple, Kwarteng et al. (2018) ont utilisé le nom *Solenostemon rotundifolius*, lorsque les activités de sélection de cultivars pour le Fabirama ont été rapportées. Cela est dû au fait que dans la littérature horticole, *Solenostemon* sp. est encore fréquemment reconnu (Paton et al. 2019).

Le Fabirama est une plante herbacée vivace de la famille des menthes (*Lamiaceae*) originaire d'Afrique tropicale. On pense qu'il est originaire d'Afrique centrale ou orientale, mais il s'est répandu très tôt dans toutes les régions tropicales du monde (Murugesan et al. 2020). Il est largement cultivé au Burkina Faso, au Mali, au Ghana, au Nigeria, au Togo, au Cameroun, au Tchad et en Afrique du Sud (Hua et al. 2018, Nanéma et al. 2019). Le Fabirama est également répandu en Asie du Sud-Est, notamment en Inde, au Sri Lanka, en Malaisie et en Indonésie, où sa culture se fait normalement à petite échelle (Tindall 1983). C'est l'une des cultures mineures importantes de tubercules ayant une valeur nutritionnelle et commerciale dans les régions tropicales du monde.

Le Fabirama est une petite plante annuelle. Il mesure 15 à 30 cm de haut, prostré ou ascendant, avec une tige succulente et des feuilles un peu épaisses ayant une odeur aromatique ressemblant à celle de la menthe. Les fleurs sont petites, de couleur violet pâle, produites sur une grappe terminale allongée (Figure 1) (Sugri et al. 2013). Le Fabirama produit des tubercules comestibles et ovoïdes pouvant atteindre 8 cm de longueur. Les tubercules crus sont exceptionnellement nutritifs (Hua et al. 2018). Les tubercules sont consommés sous forme de curry, cuits au four ou frits (Nanéma et al. 2019). L'utilité de Fabirama s'étend au-delà de la nourriture, et ses tubercules sont populaires pour les applications pharmaceutiques et de médecine traditionnelle (Hua et al. 2018). Par exemple, les tubercules sont utilisés pour traiter la dysenterie dans les communautés rurales nigérianes (Tindall, 1983). Chez les Frafra du nord du Ghana, les tubercules de pomme de terre frafra (Fabirama) sont présentés à la belle-famille en guise de dot (Aculey et al. 2011). Cette plante a un nombre de chromosomes de  $2n = 64$  (Murugesan et al. 2020). Le fabirama est devenu une culture vivrière rare en Afrique. Il semble également peu commun dans la nature. Cependant, il existe encore une grande diversité de germoplasmes sauvages et cultivés sur tout le continent africain (Nkansah 2004).

## **2. Les zones de cultures et les cultivars connus :**

### **Les sites de culture du Fabirama au Burkina Faso**

Le Fabirama a été signalé pour la première fois en Haute-Volta (actuel Burkina Faso) par un explorateur français, Louis Gustave Binger, en 1888 (voir Ouédraogo et al. 2007). Le Fabirama est ainsi bien adapté aux régions sahéliennes et soudano-sahéliennes du Burkina Faso. Il pousse bien dans les grandes zones recevant des précipitations annuelles comprises entre 400 et 1200 mm (Nanéma et al. 2017). Le plateau central du Burkina Faso est la principale zone de culture (Ouédraogo et al. 2007), et Ouagadougou est connue pour être une ville importante de consommation de Fabirama (Nanéma et al. 2017). Les provinces de Kadiogo, Kourwéogo et Ganzourgou ont également été répertoriées comme sites de culture (Ouédraogo et al. 2007) (Figure 3). Les centres de culture importants de Fabirama dans la province du Kadiogo sont Tanghin-Dassouri et Komsilga (Ouédraogo et al. 2007). Dans la province du Ganzourgou, Meguet et Baudry sont les principaux centres de culture (Ouédraogo et al. 2007). Les provinces de Passoré (nord du Burkina Faso) et de Nahouri (sud du Burkina Faso) ont également été considérées comme des zones de culture de Fabirama (Nanéma et al. 2019).

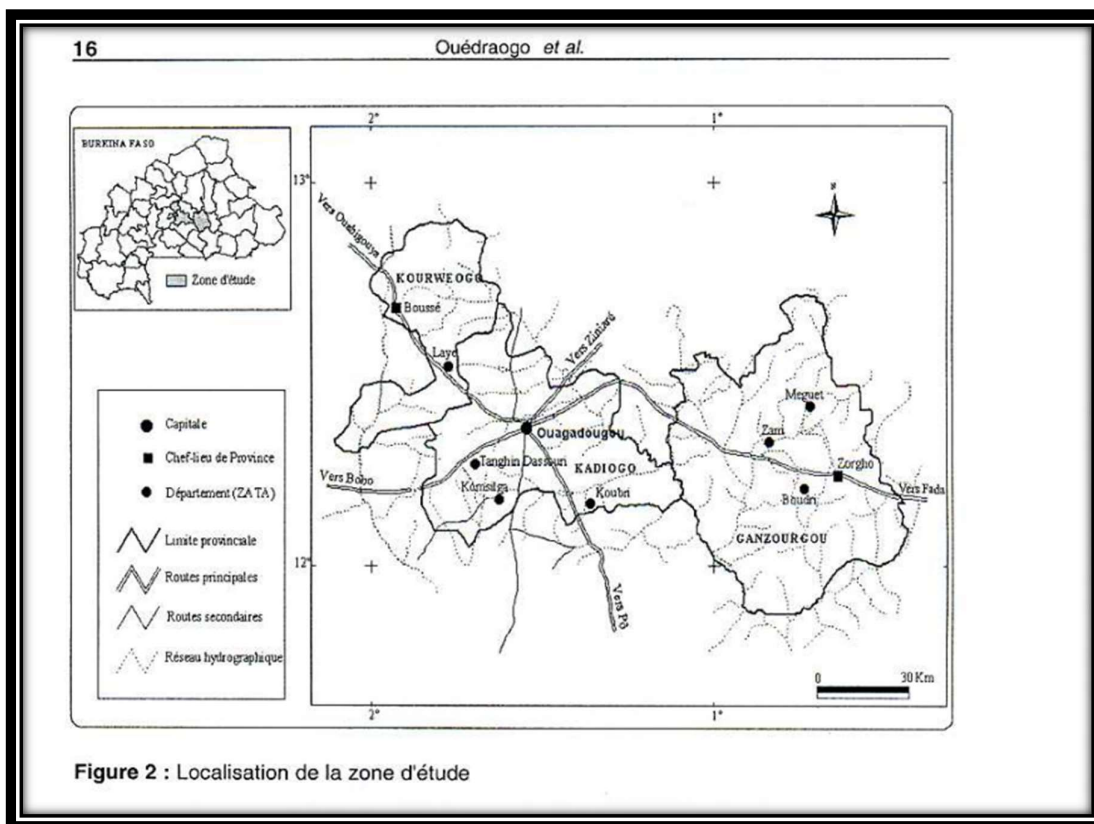


Figure 3. Illustration des zones d'étude de Ouédraogo *et al.* (2007) pour la culture de Fabirama

### Les types de Fabirama cultivés au Burkina Faso

En se basant sur la couleur de la peau des tubercules de Fabirama (noir, rougeâtre et blanc-jaune), trois types différents (variétés locales) appelés respectivement « A », « B » et « C », ont été distingués au Burkina Faso (Nanéma *et al.* 2019). Les tubercules à peau noire et rouge ont été mentionnés comme étant les types de Fabirama les plus courants sur le marché du Burkina Faso (Figure 4).

Alternativement, Ouédraogo *et al.* (2007) ont décrit quatre types différents de Fabirama (comme on le voit également dans le tableau 1):

- « pès yaanga » ou Fabirama « femelle », qu'ils décrivent comme ayant un plus grand port, des feuilles larges et des tubercules ovoïdes
- « pès raaga » ou « pès raogo », qui est le Fabirama « mâle » avec un port plus petit, des feuilles moins grandes et produisant des tubercules de forme oblongue
- « pès miugu » ou « fabirama rouge » distingué sur la base des tubercules qui sont de couleur rougeâtre
- « pès sablega » ou « fabirama noir », qui a des tubercules noirâtres.

Pour d'autres, la couleur des tubercules épouse celle du sol et ne saurait constituer un critère de distinction des types de Fabirama

La chair des tubercules dans différents types de Fabirama est généralement blanche. Cependant, des couleurs de chair brun foncé, jaune rougeâtre et gris clair ont également été documentées (voir Kwarteng et al. 2018). Très peu de travaux de sélection variétale ont été réalisés pour le Fabirama (Aculey et al. 2011, Kwarteng et al. 2018). Étant donné que la petite taille des tubercules présente la principale contrainte à la culture de Fabirama, les objectifs de sélection peuvent être orientés vers le développement de cultivars à haut rendement avec des tubercules plus gros pour augmenter la valeur marchande de la culture (Kwarteng et al. 2018). Les connaissances sur le potentiel d'amélioration génétique et la manière de développement de cultivars améliorés de Fabirama sont encore rares (voir Kwarteng et al. 2018).

Tableau 1 : Liste des types de Fabirama distingués dans différentes localités du Burkina Faso (Ouédraogo et al. 2007).

20 Ouédraogo <i>et al.</i>					
Tableau II : Connaissances locales de la plante.					
Province	ZATA	Origine	Appellation locale	Variétés	Cycle
Kadiogo et Kourwéogo	Komsilga	ancestrale	pessa	-pès yaanga -pès raaga	4 mois
	Koubri	inconnue	pessa	-pès raogo -pès miugu -pès sablèga	3 - 4 mois
	Laye	inconnue	pessa	-	4 mois
	Ouaga	ancestrale	pessa	-pès yaanga	3 - 5 mois
Ganzourgou	Tanghin - Dassouri	ancestrale	pessa	-pès raaga -pès yaanga	3, 4 uo 5 mois
	Boudry	ancestrale	fiessa	-	4 - 5 mois
	Meguet	ancestrale	fiessa	-	4 mois
	Zam	ancestrale	fiessa	-fès yaanga	4 - 5 mois
	Zorgho	ancestrale	fiessa	-	4 mois

ZATA = Zone d'Appui Technique à l'Agriculture

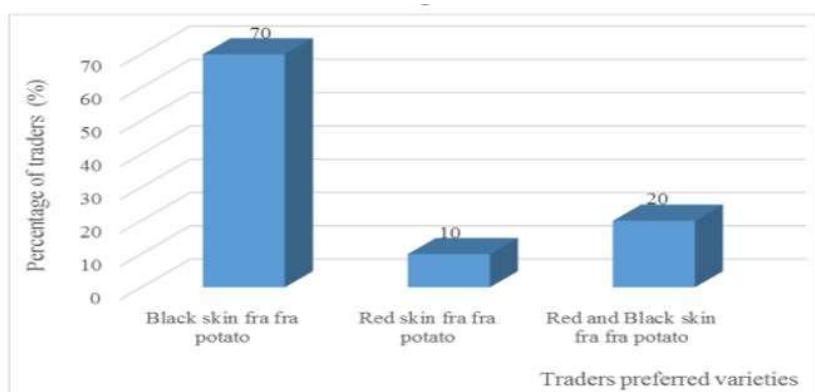


Figure 4. Les préférences des commerçants selon les différents types de Fabirama Source : Nanéma et al. (2017)

### 3. Diversité génétique des génotypes de Fabirama au Burkina Faso

La variabilité intra-spécifique a été évaluée pour décrire les différents types de Fabirama au Burkina Faso (Nanéma et al. 2019). Trois accessions (E02, E35 et E20) représentant les morphotypes « A » (peau de tubercule noire), « B » (peau rougeâtre) et « C » (peau blanc-jaune) ont été caractérisées. Vingt-quatre traits liés au cycle, à la taille de la canopée, à la production de tubercules et à la taille des tubercules ont été mesurés (Nanema et al. 2019).

Les tubercules à peau noire étaient originaires de la province du Passoré au nord du Burkina Faso, alors que les accessions à peau rouge et à peau blanc-jaune provenaient toutes deux de la province du Nahouri au sud du Burkina Faso (Nanema et al. 2019) (tableau 2).

Tableau 2. Les morphotypes de Fabirama identifiés au Burkina Faso pour les analyses de diversité (Nanema et al. 2019)

Accession number	Province of origin	GPS Coordinates	Morphotypes	Tuber skin colour
E02	Passoré	12° 58' 00" N 2° 16' 00" W	A	Black
E35	Nahouri	11° 15' N 1° 15' W	B	Red
E20	Nahouri	11° 15' N 1° 15' W	C	White-Yellow

A, B and C are morphotypes classification of *S. rotundifolius*. E02, E35 and E20 are accessions' numbers.

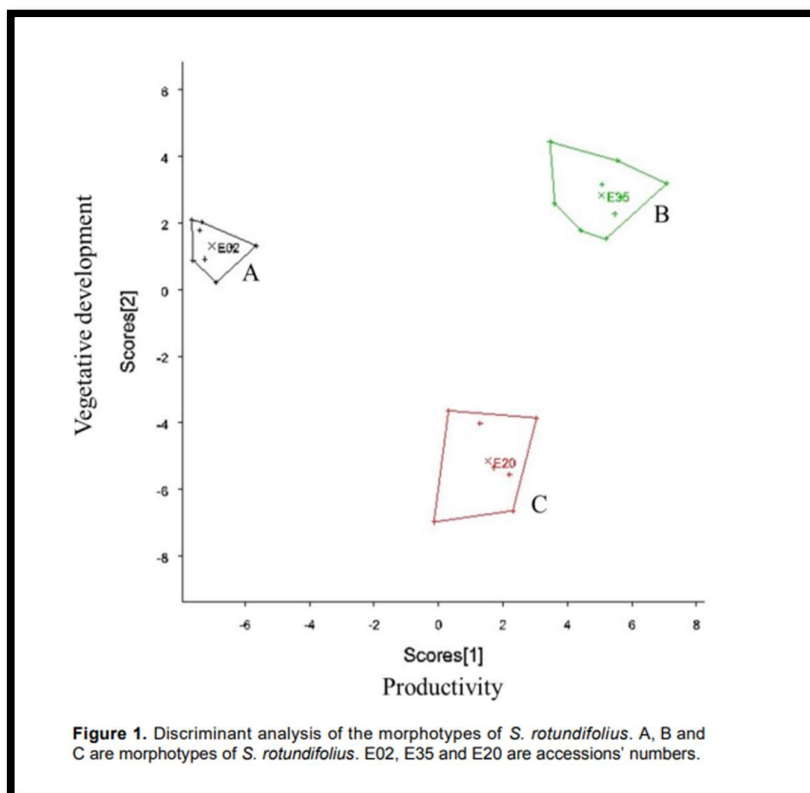


Figure 5. La variation entre les trois morphotypes différents (A, B et C) de Fabirama au Burkina Faso. Source : Nanema et al. (2019)

Les trois morphotypes « A » (peau du tubercule noire), « B » (peau rougeâtre) et « C » (peau blanche-jaune) ont été identifiés comme étant des différents groupes de cultivars (Figure 5). Le morphotype « A » s'est avéré être à maturation précoce et la variété la plus productive. Les accessions de ce morphotype pourraient constituer un matériel très intéressant pour le développement de variétés précoces à haut rendement et à gros tubercules (Nanéma et al. 2019). Un programme de sélection pourrait contribuer à augmenter la taille des tubercules pour les cultures ultérieures (Nanéma et al. 2017).

#### Tolérance aux stress biotiques et abiotiques

Le Fabirama est connu pour être l'une des cultures de tubercules les plus adaptées d'Afrique de l'Ouest. Il est adapté à la culture sur des zones marginales dans les régions de savane sèches avec des sols peu fertiles (Aculey et al. 2011). Cependant, une période de sécheresse pendant le cycle de culture peut affecter gravement la production, voire entraîner une perte totale de la récolte (Ouédraogo et al. 2007). Les agriculteurs du Ghana considèrent les ravageurs et les maladies comme une contrainte mineure dans la production de Fabirama, apparemment inconscients des dommages potentiels qu'ils pourraient causer (Sugri et al. 2013). Les chenilles et les termites sont les principaux ravageurs au stade de la croissance végétative. Les termites et les mille-pattes creusent également des trous dans

les tubercules, provoquant leur pourriture pendant le stockage. Les ravageurs les plus importants sont les nématodes, qui provoquent l'enroulement et le rabougrissement des feuilles au stade végétatif (Anyalewechi et al. 2009, Sugri et al. 2013). Le Fabirama ne peut pas être cultivé avec succès dans des champs fortement infestés de nématodes à galles (*Meloidogyne spp.*), ni utilisé dans la rotation des cultures avec d'autres cultures sensibles aux nématodes à galles (Anyalewechi et al. 2009 ; Sugri et al. 2013). Au Burkina Faso, le Fabirama peut souffrir d'attaques de larves de papillons nocturnes, de rouille des feuilles, de pourriture de la tige et des tubercules provoquant la coupe des pousses et la perforation des feuilles (Ouédraogo et al. 2007).

### **Technique de culture et conservation post-récolte**

#### **Culture :**

La sécurité alimentaire a toujours été un problème majeur, surtout pendant la période entre la plantation et la récolte des cultures successives. Par conséquent, les cultures (comme la Fabirama) qui arrivent à maturité et sont prêtes à être consommées pendant ces périodes sont généralement plantées avant les principales cultures de base. Au Burkina Faso, le Fabirama est cultivé par les petits exploitants agricoles pour la consommation domestique et contribue à la sécurité alimentaire dans une grande partie du pays (Nanéma et al. 2017). Cette plante a un grand potentiel économique, mais de nombreuses contraintes dont la détérioration rapide des tubercules, les petits tubercules et leur court délai d'approvisionnement, sont des problèmes majeurs dans leur utilisation (Nanéma et al. 2017). Le fabirama est souvent planté dans les jardins familiaux par des personnes âgées burkinabés, qui ne peuvent plus participer aux grands travaux ruraux. Les petits exploitants agricoles qui cultivent le Fabirama le conservent comme culture résiduelle à côté du sorgho ou du mil traditionnel. Il demeure une culture accessoire, qui n'a toujours occupé qu'une place secondaire dans l'activité des agriculteurs (Ouédraogo et al. 2007). Au Burkina Faso, des prospections et des enquêtes auprès des agriculteurs et des commerçants ont été faites par Ouédraogo et al. (2007) en termes de pratiques culturelles de Fabirama. En tant que culture, elle se propage principalement par les tubercules racinaires. Cependant, les boutures de vigne de deux à trois nœuds peuvent également être utilisées pour la multiplication (Aculey et al. 2011). Des greffes et des bourgeonnements en fente et en épissure, utilisant des germes dormants et en croissance active, ont été testés (Aculey et al. 2011).

Le Fabirama se cultive dans des zones moyennement arrosées recevant entre 700 et 800 mm d'eau par an. Il est cultivé sur tous les types de sols arables : argileux, gravillonnaires, sablonneux. Lorsque le sol est meuble et suffisamment humide, le Fabirama a une productivité élevée en tubercules (Ouédraogo et al. 2007).

La plantation se fait sur de petites parcelles directement sur un sol plat ou aménagé en buttes. La parcelle est préparée plusieurs mois avant le semis, en y ajoutant de la fumure organique (excréments d'animaux, restes de cultures, ordures ménagers, etc.). Aux premières pluies, la parcelle est profondément remuée. Les tubercules pré-germés sont ensuite plantés et les bourgeons apicaux découverts (Ouédraogo et al. 2007). L'écartement entre les semis est d'environ 30 cm. La plantation se fait à l'envers de sorte à éviter d'abîmer les bourgeons des tubercules déjà plantés. La parcelle est ensuite délicatement recouverte de branchages ou de paille pour protéger les jeunes pousses du soleil, des prédateurs et pour maintenir l'humidité du sol.

Après la levée, les branches sont retirées de la parcelle et les feuilles restantes recouvrant le sol constituent du fumier organique supplémentaire. Les mauvaises herbes sont régulièrement arrachées à la main ou par désherbage léger. Tout au long de la plantation, la plante doit être débarrassée des mauvaises herbes contre lesquelles elle se défend très mal (Ouédraogo et al. 2007).

### **Conservation post-récolte :**

A la récolte, ce sont les tubercules de plus petite taille qui sont triés et réservés pour les prochains semis. Deux raisons justifient ce choix d'après les paysans (Ouédraogo et al. 2007):

- les petits tubercules sont difficiles à éplucher à la préparation et se vendent mal sur le marché ;
- ils résistent mieux au pourrissement et se conservent mieux et de façon durable.

Le Fabirama est difficile à conserver. Traditionnellement, les tubercules sont stockés dans le sol sous un arbre où il fait plus frais que dans un espace ouvert (voir Enyiukwu et al. 2020). Dans des conditions chaudes, le goût particulier de Fabirama ne dure généralement que deux mois, après quoi les tubercules deviennent fades et ne sont plus considérés comme un mets délicat. Le Fabirama est également conditionné dans des sacs ou des paniers remplis de paille. Si ceux-ci sont conservés dans des conditions chaudes, les tubercules se faneront rapidement et ne seront plus comestibles. Pour conserver les tubercules plus longtemps, les gens les mettent dans des pots scellés avec de la bouse de vache. Les petits tubercules nécessaires pour la prochaine saison de plantation sont stockés de cette façon (Nkansah 2004).

Au Burkina Faso, la conservation des semences de fabirama se fait soit dans des jarres (marmites en terre), soit dans des paniers confectionnés avec de la paille, ou dans des greniers. Les tubercules y sont stockés seuls ou mélangés à du sable ou des débris végétaux fins, à l'abri du soleil, avec des corps gras et du sel qui les empêchent de pourrir. Les tubercules doivent également être tenus à l'écart des rats et des poulets (Ouédraogo et al. 2007). En raison du manque des moyens de stockage adéquats, la plupart des agriculteurs africains ne sont pas en mesure de stocker suffisamment de nourriture tout au long de l'année. Développer des méthodes appropriées pour la conservation et la transformation des tubercules pourrait être une alternative à court terme (Nanéma et al. 2017). Dans des conditions plus fraîches, comme dans les régions montagneuses ou en Afrique du Sud, le stockage est plus facile (Nkansah 2004).

### **Données agronomiques (rendement, production, approvisionnement alimentaire/consommation)**

Malgré son adaptation aux conditions agricoles locales au Burkina Faso, et son importance comme denrée alimentaire, le fabirama n'est actuellement qu'une culture mineure (Nanéma et al. 2017). Des activités de recherche antérieures ont mentionné que la commercialisation de Fabirama a été moins rentable par rapport à d'autres cultures de tubercules (igname, patate douce) (Nanéma et al. 2017).

Le petit calibre des tubercules constitue la principale contrainte à la culture de Fabirama en tant que principale culture de base (Aculey et al. 2011). Le rendement potentiel rapporté en Afrique de l'Ouest variait de 5 à 15 t/ha (Enyiukwu et al. 2014 ; Kwarteng et al. 2018). La plupart des tubercules trouvés en Afrique mesurent de 2,5 à 4 cm, mais certains atteignent jusqu'à 8 cm. Les tubercules de Fabirama sont généralement petits - environ 28 g, mais ils peuvent peser jusqu'à 480 g. Ces plus gros tubercules sont la norme en Inde et au Sri Lanka, où les rendements sont également plus élevés que ceux des zones semi-arides d'Afrique (voir Kwarteng et al. 2018).

Selon Sugri et al. (2013), la production de Fabirama est principalement orientée vers la consommation domestique, qui représente jusqu'à 20% des aliments consommés d'octobre à décembre au Ghana. Elle est généralement produite en agriculture pluviale par moins de 30% des agriculteurs sur moins de ¼ d'hectare par agriculteur au Ghana. Une étude menée en Afrique du Sud a montré que le rendement potentiel de Fabirama peut atteindre 45 t/ha dans des conditions optimales de pluviosité, de fertilité et de texture du sol (Nkansah 2004).

Au Burkina Faso, les tubercules de Fabirama à peau noire sont les principaux types vendus par tous les commerçants. Seuls 30% d'entre eux vendaient les tubercules de Fabirama à peau rouge. Le gros calibre des tubercules, le bon goût et la facilité à s'éplucher par rapport aux autres variétés ont été identifiés comme les principales caractéristiques préférées du Fabirama à peau noire (Nanéma et al. 2017). Une enquête menée à Ouagadougou (Burkina Faso) a révélé que 16 à 32 g de tubercules de Fabirama étaient vendus par jour/commerçant et les prix variaient de 1,2 à 3 USD/kg (Nanéma et al. 2017). Des échanges internationaux ont été signalés entre le nord du Ghana et le Burkina Faso (Nkansah 2004).

Les tubercules de Fabirama sont vendus sur une courte période par rapport aux autres tubercules (igname ou patate douce). Leur faible productivité et leur détérioration rapide pourraient expliquer cette situation. La détérioration rapide des tubercules a été également signalée par les agriculteurs comme l'une des principales contraintes à la culture des Fabirama au Burkina Faso et au Ghana (Nanéma et al. 2017). De mauvaises conditions de stockage des tubercules après la récolte peuvent entraîner leur détérioration rapide. Par conséquent, il est important que les commerçants et les agriculteurs puissent stocker les tubercules pendant une longue durée selon leurs propres conditions afin d'assurer une meilleure planification de l'utilisation de ces tubercules. Le développement de méthodes efficaces pour le stockage des tubercules pourrait inclure des techniques appropriées à appliquer à la ferme. Une autre alternative pourrait être la transformation des tubercules (Nanéma et al. 2017).

## **Section nutritionnelle**

### **Propriétés nutritionnelles et fonctionnelles**



Figure 6 : Plante et tubercules de *Solenostemon rotundifolius*.

Source : Kwazo et al. (2021).

*Solenostemon rotundifolius* ou *Plectranthus rotundifolius* (Spreng/Tumuku) (noms communs : pomme de terre Hausa, pomme de terre haoussa, pomme de terre Sudan, pomme de terre ronde Zulu, pomme de terre Coleus, pomme de terre chinoise, pomme de terre noire) est une plante herbacée vivace de la famille de la menthe (*Lamiaceae*) et originaire d'Afrique tropicale. Elle est cultivée pour ses tubercules comestibles principalement en Afrique de l'Ouest (zones de savane intérieure du Ghana, du Nigeria, du Bénin, du Togo, du Burkina Faso et du Mali). Cette culture est une source alimentaire vitale pendant les périodes de soudure en Afrique. Cette plante a un parfum distinctif et un goût de tubercule particulier. Les tubercules peuvent être bouillis, cuits au four ou frits (Kwarteng et al., 2018).

Sur le plan ethnomédical, les feuilles de cette culture sont utilisées pour traiter la dysenterie, le sang dans l'urine et les troubles oculaires. Les tubercules sont consommés comme principal aliment amylicé ou en partie en combinaison avec des légumineuses, des légumes ou des céréales (Enyiukwu et al., 2014).

Il a également une grande importance médicinale et est connu pour réduire le taux de cholestérol dans le sang ainsi que pour combattre les infections fongiques et virales chez les humains. Les feuilles de cette plante ont également été utilisées comme cicatrisantes et antiseptiques. Outre son importance agricole, elle a des usages ornementaux, médicaux, culinaires et bien d'autres (Kwarteng et al., 2018).

La pomme de terre Hausa est difficile à stocker. Traditionnellement, les tubercules sont stockés dans le sol, sous un arbre, où il fait plus frais qu'à l'air libre. Lorsqu'ils sont stockés de cette manière dans des conditions de chaleur, le goût particulier de la pomme de terre Hausa ne dure généralement que deux mois, après quoi les tubercules deviennent fades et ne sont plus considérés comme un délice (Nkansah, 2004).

### Composition nutritionnelle de Fabirama

Les tubercules de la pomme de terre hausa sont riches en calories et en micronutriments essentiels et présentent un bon potentiel socio-économique pour atténuer la faim. Par rapport à d'autres cultures de tubercules comme le manioc, l'igname et la patate douce, *S. rotundifolius* a une teneur élevée en protéines, calcium, magnésium, fibres et fer. Les tubercules de Fabirama peuvent être utilisés pour fabriquer des boissons aromatiques et alcoolisées, tandis que les feuilles peuvent parfois être consommées comme des potherbes (Kwarteng et al., 2018).

La peau de *S. rotundifolius* contient des quantités plus élevées de protéines brutes, de lipides bruts et de fibres brutes par rapport à la chair. D'autre part, la teneur en humidité, les glucides et la valeur énergétique de la chair sont plus élevés que ceux de la peau. Les teneurs en éléments minéraux obtenues ont montré que la peau contient des niveaux significativement plus élevés de magnésium, calcium, potassium et fer que la chair. La chair contient des quantités significativement faibles de composants anti-nutritionnels. La chair et la peau pourraient donc être de bonnes sources d'aliments pour la consommation humaine et la formulation d'aliments pour animaux (Kwazo et al., 2021).

Tableau 3 : Composition chimique du tubercule de *S. rotundifolius* (%).

	<b>Chair</b>	<b>Peau</b>
<b>Humidité (% du poids humide)</b>	78,17 ± 0,63	75,50 ± 0,82
<b>Protéines</b>	2,22 ± 0,12	2,77 ± 0,12
<b>Lipides</b>	0,50 ± 0,00	2,67 ± 0,24
<b>Cendres</b>	1,33 ± 0,24	5,17 ± 0,24
<b>Fibres alimentaire totales</b>	0,50 ± 0,00	1,83 ± 0,24
<b>Glucides disponibles</b>	95,45 ± 0,33	87,56 ± 0,56
<b>Énergie (kcal/100g)</b>	395,18 ± 2,03	385,35 ± 1,01

Source : Kwazo et al. (2021)

Tableau 4 : Minéraux dans le tubercule de *S. rotundifolius* (mg/100g poids sec).

<b>Minéraux</b>	<b>Chair</b>	<b>Peau</b>
<b>Magnésium</b>	811,52 ± 0,34	816,96 ± 0,58
<b>Calcium</b>	716,59 ± 0,77	723,83 ± 0,24
<b>Potassium</b>	73,33 ± 2,36	101,67 ± 6,24
<b>Fer</b>	10,83 ± 0,67	15,20 ± 0,51
<b>Sodium</b>	4,33 ± 0,12	4,42 ± 0,12
<b>Zinc</b>	0,38 ± 0,03	0,52 ± 0,04

<b>Cuivre</b>	0,32 ± 0,06	0,59 ± 0,09
<b>Manganèse</b>	5,13 ± 0,36	5,34 ± 0,64
<b>Phosphore</b>	0,27 ± 0,00	0,44 ± 0,00
<b>Chrome</b>	1,01 ± 0,01	1,24 ± 0,19
<b>Cadmium</b>	0,13 ± 0,03	0,15 ± 0,03

Source : Kwazo et al. (2021)

Le Fibirama au Burkina Faso contient également de la vitamine B1 (0,05 mg/100g de portion comestible (PC)), de la vitamine B2 (0,02 mg/100g PC), de la vitamine B3 (1,0 mg/100g PC) et de la vitamine C (1,0 mg/100g PC) (Djè, 2005)

Tableau 5 : Composés anti-nutritionnels du tubercule de *S. rotundifolius* (mg/100g de poids sec).

<b>Facteurs anti-nutritionnels</b>	<b>Chair</b>	<b>Peau</b>
<b>Nitrate</b>	147,62 ± 1,11	172,91 ± 0,42
<b>Tannins</b>	12,29 ± 0,11	33,27 ± 0,04
<b>Cyanure</b>	9,30 ± 1,27	64,08 ± 1,32
<b>Phytate</b>	2,68 ± 0,54	3,39 ± 0,34
<b>Oxalate</b>	Trace	Trace

Source : Kwazo et al. (2021)

### Effets bénéfiques sur la santé

Le Fabirama revêt une grande importance médicinale et possède donc de nombreuses propriétés fonctionnelles. Cette culture contient des saponines et des anthraquinones. Les flavonoïdes et les saponines qu'il contient réduisent le cholestérol sanguin et combattent les infections fongiques et virales chez l'homme. En outre, elles possèdent également une forte activité antioxydant. Il existe plusieurs rapports sur l'utilisation de *Solenostemon rotundifolius* en Afrique et en Asie pour le traitement de la dysenterie, des maux de gorge, des troubles oculaires et de l'hématurie. Les feuilles de cette plante ont également été utilisées comme cicatrisantes et antiseptiques (Kwarteng et al., 2018).

### Utilisation des différentes parties de la plante - comme aliment ou pour d'autres usages -et informations sur les possibilités de transformation.

En tant qu'espèce riche en nutriments sous-utilisée, elle gagne en intérêt en raison de son contenu nutritionnel et de son potentiel diététique (Andrias et al., 2019 ; Kwarteng et al., 2018 ; Safwan & Mohammed, 2016 ; Sugri et al., 2013).

Des études ont été menées pour évaluer son potentiel d'amélioration de la qualité du régime alimentaire (Andrias et al., 2019) pour ses propriétés antioxydantes (Murthy et al., 2018), sa réponse glycémique (Lakmali et al., 2019 ; Eleazu et al., 2017), sa qualité prébiotique (Jayatilake et al., 2008) et pour sa capacité à développer de nouveaux produits alimentaires fonctionnels (Hasna et al., 2020 ; Ukpabi et al., 2011) en raison de son potentiel inexploité en tant que source alimentaire alternative et pour augmenter les revenus (Reddy, 2015; Andrias et al., 2019).

Les tubercules sont principalement consommés bouillis, sautés, écrasés ou épluchés et frits (Kwarteng et al., 2018). Ils sont également moulus en farine et utilisés dans divers produits alimentaires, notamment le porridge du petit-déjeuner (Morton, 2004 ; National Research Council, 2006). Une étude comparant différents types de cuisson (ébullition et friture) de certaines espèces de tubercules, dont le *Solenostemon*, a mis en évidence sa bonne prédisposition à fournir des frites très croustillantes avec des caractéristiques organoleptiques très appréciées par les panélistes avec l'absence de mauvais goûts et un goût très similaire au *Solanum tuberosum* mais avec une teneur en fibres plus élevée qui pourrait être utile dans le régime alimentaire des pays les plus industrialisés (Ukpabi et al., 2011).

En outre, étant donné l'augmentation de la consommation de pain comme aliment de base, même dans les zones rurales de l'Afrique subsaharienne, il est important de valoriser toutes les études qui proposent des farines alternatives et produites localement (Olaye et al., 2006) y compris celles obtenues à partir de *Solenostemon* pour éviter l'importation plus coûteuse de blé (Edema et al., 2005). Cela contribuera davantage à diversifier l'utilisation de cultures largement connues et d'autres inconnues disponibles localement.

Une autre étude a appliqué le processus de pré-gélatinisation à la farine de *Solenostemon*, augmentant sa qualité, ses propriétés physicochimiques et fonctionnelles par une structure granulaire modifiée (Majzoobi et al., 2011). La pré-gélatinisation a amélioré l'absorption et la viscosité de la farine dans l'eau froide. Ainsi, par la pré-gélatinisation, la mise en œuvre de l'amidon sera plus applicable dans les produits alimentaires. Dans l'application alimentaire, l'amidon de pré-gélatinisation est utilisé comme agent épaississant ou de remplissage dans la soupe instantanée, le pudding, la sauce, les produits de boulangerie et les aliments congelés, également appliqué dans les flocons, les aliments en poudre, les craquelins, d'autres industries de collation (Hasna et al., 2020).

### **Contribution à l'emploi**

C'est une culture de petits exploitants, principalement cultivée par les femmes comme nourriture de subsistance où les tubercules sont cultivés, séchés et stockés pour les périodes de soudure (National Research Council, 2006). Ce n'est pas principalement une culture de rente, mais une partie de la récolte est vendue, ce qui permet aux femmes africaines de tirer des revenus considérables (Morton, 2004 ; Sugri et al., 2013 ; National Research Council, 2006).

Aculey, K., Quainoo, A.K. & Mahanu, G. (2011). Feasibility studies on the potential of grafting and budding of frafra potato (*Solenostemon rotundifolius*). *Journal of Bacteriology Research* 3:327-332.

Andrias, D.R., Fahmida, U., Adi, A.C. (2019). Nutritional potential of underutilised food crops to improve diet quality of young children in food insecure prone areas of Madura Island, Indonesia. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 28(4), 826-836.

Anyalewechi, J. A., Ononuju, C. C., & Okwujiako, A. J. (2009). Effect of root-knot-nematode (*Meloidogyne incognita*) on growth (*Solenostemon rotundifolius* Poir). *Nigeria Agricultural Journal* 40: 1-2.

Djè, Y., Bonny, B. S., & Bi, I. A. Z. (2005). Observations préliminaires de la variabilité entre quelques morphotypes de voandzou (*Vigna subterranea* L. Verdc., Fabaceae) de Côte d'Ivoire. BASE.

Eleazu, C.O., Eleazu, K.C., Iroaganachi, M.A., Kalu, W. (2017). Starch digestibility and predicted glycemic indices of raw and processed forms of hausa potato (*Solenostemon rotundifolius* Poir). *Journal of Food International Journal of Scientific & Engineering Research* 11(10), 41:e12355. doi:10.1111/jfbc.12355

Enyiukwu, D.N., Awurum, A.N., Nwaneri, J.A. (2014). Potentials of Hausa Potato (*Solenostemon rotundifolius* (Poir.) J.K Morton and Management of its tuber rot in Nigeria. *Greener Journal of Agronomy, Forestry and Horticulture*, 2, 027-037.

Hasna, T., Muchlisiyah, J., Wardani, S., Estiasih, T. (2020). Effect of pre-gelatinization on physicochemical and functional properties of *Solenostemon rotundifolius* flour. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 524. doi: 10.1088/1755- 1315/524/1/012014

Jayatilake, S., Chandrasekara, A., Madhujith, A. (2008). Effect of potential prebiotics on the survival of probiotic *Lactobacillus acidophilus*. *Tropical Agricultural Research*, 20, 162-167.

Kwarteng, A.O., Ghunney, T., Adu Amoah, R., Nyadanu, D., Abogoom, J., Nyam, K.C., Ziyaaba, J.Z., Danso, E.O., Whyte, T., Asiedu, D.D. (2018). Current knowledge and breeding avenues to improve upon Frafra potato (*Solenostemon rotundifolius* (Poir.) J. K. Morton. *Genet. Resour. Crop Evol.* 65, 659–669. <https://doi.org/10.1007/s10722-017-0581-6>

Kwazo, H.A., Sulaiman, A. U., Abdulmumin, U., Muhammad, M.U., and Mohammed, S. (2021). Comparative Assessment of Chemical Composition and Anti-Nutrient Components of *Solenostemon rotundifolius* Tuber Pulp and Peel. *African Journal of Food Science and Technology*, 12, 01-06, doi: 10.14303//ajfst.2021.021

Hua, L., Hadziabdic, D., Amissah, N., Nowicki, M., Boggess, S. L., Staton, M., ... & Trigiano, R. N. (2018). Characterization of fifteen microsatellite loci and genetic diversity analysis for the Ghanaian food security crop *Solenostemon rotundifolius* (Frafra potato). *African Journal of Biotechnology* 17: 1352-1357.

Lakmali, H.M.K., Eashwarage, I.S., Gunathilake, K. (2019). Glycemic response of two composite flours: wheat-innala (*Plectranthus rotundifolius*) and wheat-kiri ala (*Xanthomonas sagittifolium*). *Annals Food Science and Technology*, 20(3), 585-590.

Majzoobi M, Radi M, Farahnaky A, Jamalain J, Tongdang T, Meshbahi G (2011). Physicochemical properties of pre-gelatinized wheat starch produced by a twin drum drier. *J. Adv. Sci. Technol.* 13 193-202.

Murugesan, P., Koundinya A.V.V, Asha, K.I. (2020). Evaluation of genetic resource of Chinese potato (*Plectranthus rotundifolius*) for abiotic stress management — a review. *Current Horticulture*, 8: 7-11. <http://dx.doi.org/10.5958/2455-7560.2020.00002>

Ministere de la Santé - Burkina Faso (2005). Edition et Vulgarisation d'une Table de Composition des Aliments Couramment Consommés au Burkina Faso. Ouagadougou.

Morton, J.K. (2004). *Solenostemon Rotundifolius* (Poir). In G.J.H. Grubben, & O.A. Denton (Eds.). Plant Resources of Tropical Africa 2. Vegetables (pp. 508-511). Wageningen, Netherlands: Backhuys Publishers, PROTA Foundation.

Murthy, H.N., Herlekar, V.V., Joseph, K.S., Payamalle, S., Shinde, S. (2018). Phenolic content, antioxidant and antibacterial activities of *Plectranthus rotundifolius* tuber extracts. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 24, 213-220. doi: /10.22159/ijcpr.2017v9i4.20959

Nanema, R.K., Kiebre, Z., Traore, R.E., Aminata Hamidou B.A., Kusi, F. (2019). Characterisation of three morphotypes of *Solenostemon rotundifolius* [(Poir.) JK Morton] cultivated in Burkina Faso using quantitative traits. *International Journal of Genetics and Molecular Biology*, 11.2: 6-15.

Nanéma, R. K., Sawadogo, N., Traoré, R. E., & Ba, A. H. (2017). Marketing potentialities and constraints for frafra potato: case of the main markets of Ouagadougou (Burkina Faso). *Journal of Plant Science* 5: 191-195.

National Research Council (2006). Lost Crops of Africa: Volume II: Vegetable. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11763>.

Nkansah, G.O. (2004). *Solenostemon rotundifolius* (Poir.) J.K. Morton. [Internet] Record from PROTA4U. Grubben, G.J.H. & Denton, O.A. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <<http://www.prota4u.org/search.asp>>. Accessed 27 April 2022.

Ouédraogo, A., Sédego, A., Zongo J.D. (2007). Perceptions paysannes de la culture et des utilisations du « fabirama » (*Solenostemonrotundifolius* (Poir.) J.K. Morton) dans le plateau central du Burkina Faso. *Annales de botanique de l'Afrique de l'Ouest* 4:13-21

Reddy, P.P. (2015). Chinese Potato, *Plectranthus rotundifolius*. In P.P. Reddy (Ed.), Plant Protection in Tropical Root and Tuber Crops (pp. 235–251). Springer India. doi: 10.1007/978-81-322-2389-4\_6

Paton, A.J., Mwanyambo M., Govaerts, R.H.A., Smitha, K., Suddee, S., Phillipson, P.B., Wilson, T.C., Forster, P.I. Culham, A. (2019). Nomenclatural changes in *Coleus* and *Plectranthus* (Lamiaceae): a tale of more than two genera. *PhytoKeys* 129: 1–158. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.129.34988>

Safwan, I.I., Mohammed, U.A. (2016). Review on the nutritional value, cultivation and utilization potential of some minor and under-utilized indigenous root and tuber crops in Nigeria. *International Journal of Advanced Research*. 4, 1298-1303.

Sugri, I., Kusi, F., Kanton, R.A.L., Nutsugah, S.K., Zakaria, M. (2013). Sustaining frafra potato (*Solenostemon rotundifolius* Poir.) in the food chain; current opportunities in Ghana. *Journal of Plant Sciences*, 1(4), 68-75. doi:10.11648/j.jps.20130104.14

Tindall HD (1983). Vegetables in the tropics. The Macmillan Press Limited, Basingstoke, pp 242–245.

Ukpabi, U.J., Oti, E., Ogbogu, N.J. (2011). Culinary and sensory characteristics of hausa potato (*Solenostemon rotundifolius*) and livingstone potato (*Plectranthus esculentus*) tuber in Nigeria. *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 2(16), 301-304. doi: 10.5897/JSPPR11.062

## V. Gombo (*Abelmoschus esculentus* ou *Hibiscus esculentus*)

### Taxonomie, culture et propriétés Agronomiques

#### 1. Taxonomie :

Le gombo (*Abelmoschus esculentus*) est une herbe largement cultivée pour ses fruits qui sont consommés comme des légumes. *Abelmoschus esculentus* ( $2n = 130$ ) est probablement un amphidiploïde (allotetraploïde), dérivé de *A. tuberculatus* ( $2n = 58$ ), une espèce sauvage de l'Inde, et une espèce encore inconnue avec  $2n = 72$  chromosomes.

Une autre espèce de gombo comestible se trouve dans les régions humides de l'Afrique de l'Ouest et du Centre. Décrit à l'origine comme une variété botanique (*Hibiscus manihot* L. var. *caillei* A. Chev.), il a été reconnu comme une espèce distincte (*Abelmoschus caillei* (A. Chev.) Stevels). Il n'y a pas de différences apparentes d'utilisation entre le gombo ordinaire (*A. esculentus*) et le gombo d'Afrique de l'Ouest (*A. caillei*), c'est pourquoi ils sont souvent mis dans le même groupe. Morphologiquement, le gombo ouest-africain diffère à plusieurs égards, mais son épicalice offre les meilleures caractéristiques discriminantes avec 5-10 segments ovales libres, 10-35 mm x 4-13 mm. La plante est plus robuste que *A. esculentus* et la durée de culture peut dépasser 12 mois. Il possède de très nombreux chromosomes ( $2n =$  environ 192 (184-200)) et il pourrait s'agir d'un allohexaploïde, *A. esculentus* étant l'un des parents<sup>12</sup>.

En Afrique, le gombo a été qualifié de « légume parfait pour les villageois » en raison de sa nature robuste, de ses fibres alimentaires et des protéines distinctes de la graine, équilibrées en acides aminés : lysine et tryptophane (contrairement aux protéines des céréales et des légumineuses) qu'il apporte au régime alimentaire. Cependant, le gombo a été considéré comme une culture mineure et jusqu'à présent, aucune attention n'a été accordée à son amélioration (Kumar et al. 2010).

#### 2. Zones de culture et cultivars connus :

##### Sites de culture au Niger

Au Niger, le gombo est l'une des cultures maraîchères les plus importantes. Il est rapporté que la culture du gombo est active dans la région de Zinder au Niger (Figure 1) (Abdou et al. 2022). Une autre région, où la culture du gombo a été signalée est Damergou (Tanout), située dans la partie nord du Niger. Cette zone est l'une des régions les plus touchées par les catastrophes naturelles (famine, sécheresse). Pour faire face aux insuffisances de leur système de production, les habitants de cette région ont développé la culture du gombo dans les zones de production<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> <https://www.cabi.org/isc/datasheet/1950#tosummaryOfInvasiveness>

<sup>13</sup> <https://www.revuegeo-univdaloa.net/fr/publication/caracterisation-dune-variete-de-gombo-et-strategies-paysannes-au-sahel-cas-du-gombo-du>

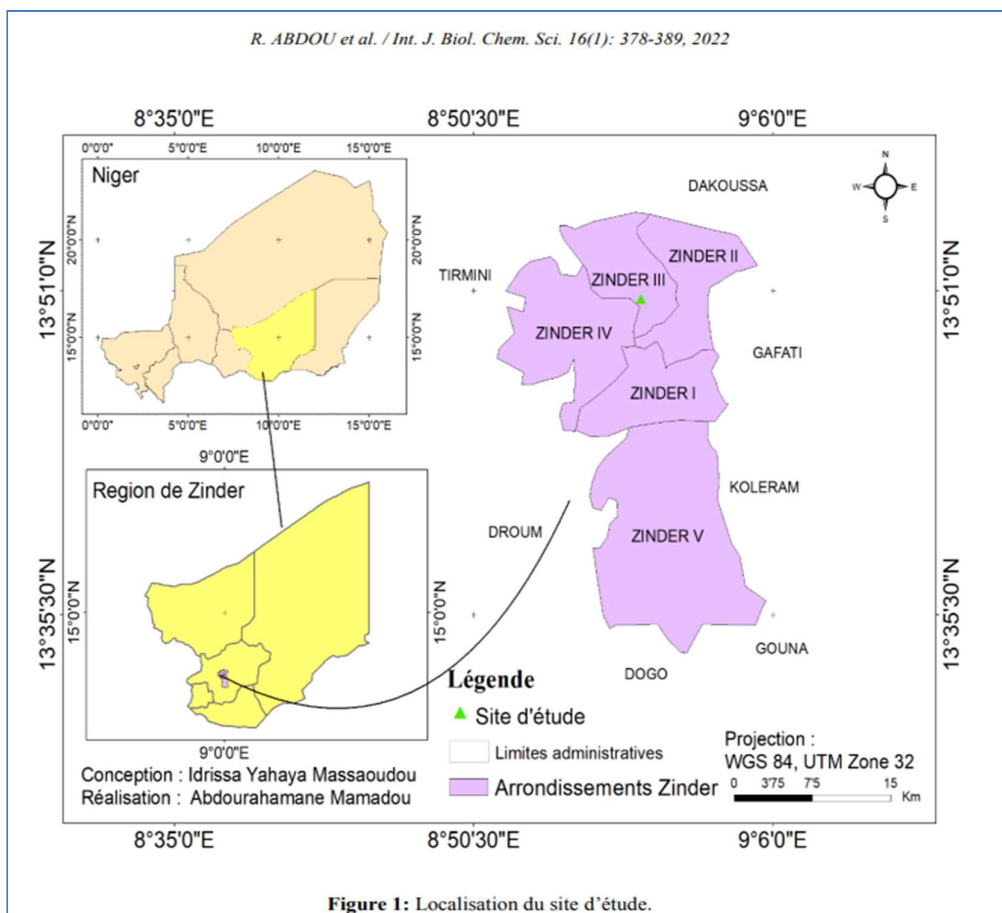


Figure 1. La localisation de Zinder (Niger), où le gombo est cultivé.

Source : Abdou et al. (2022).

## Types cultivés

Entre les années 2008 et 2009, 102 nouvelles accessions de gombo du Mali, du Sénégal, du Niger et de Guinée ont été collectées et régénérées pour un usage public. Au Niger, au moins 3 variétés de gombo sont connues ; Konni, Terra (espèces locales purifiées) et Volta. Une variété Konni de courte durée sélectionnée à partir d'une population locale au Niger s'est avérée être le « meilleur atout » jusqu'à présent ; il est en cours de dissémination massive dans le Soudano-Sahel sous des conditions pluviales et irriguées (voir Kumar et al. 2010). En 2007, des activités d'amélioration du gombo ont été lancées dans le cadre d'un projet de sélection de légumes à Sadore, au Niger (voir Kumar et al. 2010). Trois autres variétés de gombo ont été récemment décrites (Abdou et al. 2022b). Leur diversité génétique a également été présentée (Abdou et al. 2022b).

## Tolérance aux stress abiotiques et biotiques

Le gombo est une culture tropicale à subtropicale et est sensible au gel ; les conditions de basse température, d'engorgement de l'eau et de sécheresse. La culture a certaines caractéristiques distinctives adaptées spécifiques au pays auquel elles appartiennent (Kumar et al. 2013). Les maladies fongiques les plus graves du gombo en Afrique sont la fonte des semis (*Macrophomina phaseolina*, *Pythium aphanidermatum*, and *Rhizoctonia solani*), flétrissement vasculaire (*Fusarium oxysporum*), Brûlure cercosporéenne (*Cercospora abelmoschus*, *Cercosporamalayensis*) et l'oïdium (*Erysiphe cichoracearum*, *Oidium abelmoschi*). Le virus de la mosaïque du gombo (TMV), transmis par les altises (*Podagrica*) est répandu en Afrique mais les dégâts sont beaucoup moins importants que ceux causés par la maladie de l'enroulement des feuilles du gombo (OLCV), transmise par la mouche blanche (*Bemisia tabaci*). La mouche blanche est également le vecteur du virus de la mosaïque des nervures jaunes (BYMV), une cause majeure de mauvaises récoltes en Asie. Ces virus ne peuvent être contrôlés que par le contrôle des vecteurs. Les nématodes du genre *Meloidogyne* constituent un problème majeur. Les dégâts causés par les nématodes sont évités par la rotation des cultures (par exemple avec des céréales) et par de grandes applications de fumure organique. Les ravageurs les plus importants sont les foreurs de fruits et de tiges (*Earias* spp. et *Heliothis* spp., *Pectinophora gossypiella*), altises (*Podagrica* spp.) et les jassides (*Empoasca* spp.). Le gombo est en général plus gravement affecté par les maladies et les ravageurs que le gombo d'Afrique de l'Ouest (Kumar et al. 2013).

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

Le gombo peut être cultivé sur une large gamme de types de sols, bien que les sols riches en limon sableux soient optimaux. Il est très important que le sol soit bien drainé et non sujet à l'engorgement. Il est difficile d'obtenir de bonnes plantules lors d'un semis direct dans des sols argileux lourds. Le sol doit être bien approvisionné en matière organique. Cela peut être accompli en épandant du fumier animal ou en incorporant des cultures d'engrais verts. Le gombo est légèrement sensible à l'excès d'acidité du sol ; un chaulage approprié est donc essentiel. Le pH optimal du sol pour le gombo se situe entre 6,0 et 7,0. Si de la chaux est nécessaire, il est recommandé d'utiliser de la chaux dolomitique pour fournir du calcium et du magnésium (Lamont, 1999).

La fertilisation doit être basée sur une analyse du sol pour éviter une vigueur excessive des plantes et de mauvais rendements. Si une analyse de sol n'est pas disponible, une recommandation générale est d'appliquer N 34 kg/ha, P 29 à 38 kg/ha et K 55 à 74 kg/ha. Tout cela peut être incorporé sous la rangée ou appliqué en bande sur le côté. L'azote doit également être traité à 28 kg/ha, lorsque les plantes mesurent 15 à 20 cm et à nouveau 2 à 3 semaines plus tard. Un apport supplémentaire d'azote peut être en cas de précipitations excessives susceptibles de lessivage des engrais précédemment appliqués (Lamont, 1999).

#### **Propriétés agronomiques**

La production mondiale de gombo (les deux espèces) en tant que légume-fruit frais est estimée à 6 millions de t/an. Le gombo commun représente 95 % de cette quantité. Ce n'est qu'en Afrique de l'Ouest et du Centre (représentant environ 10 % de la production mondiale) que le gombo commun et le gombo d'Afrique de l'Ouest sont tous les deux utilisés. Ils se partagent le marché à peu près moitié-moitié (Kumar et al. 2013).

Un rendement maraîcher de 10 t/ha peut être considéré comme une bonne récolte de gombo, mais des rendements supérieurs à 40 t/ha peuvent être réalisés dans des conditions optimales. Les rendements sont généralement faibles (2–4 t/ha) en raison de méthodes de culture non intensives. Les rendements en graines sont de l'ordre de 500–1000 kg/ha (Kumar et al. 2013).

## Section nutritionnelle

### Propriétés nutritionnelles et fonctionnelles



Figure 2 : Gousses du gombo.

Source : <https://www.shutterstock.com>

*Abelmoschus esculentus*, dont le fruit est communément appelé gombo, appartient à la famille des *Malvaceae*, est originaire d'Afrique et cultivé sous les climats tropicaux, subtropicaux et tempérés chauds dans différents pays de l'Afrique à l'Asie, en Europe du Sud et en Amérique. Dans toute l'Afrique, toutes les parties du gombo sont consommées comme nourriture, bien que les gousses soient la partie la plus consommée de la plante. Dans certaines régions d'Afrique de l'Ouest, les jeunes feuilles sont ajoutées aux soupes et aux ragoûts et cuites comme des épinards.

Comme aliment, le gombo peut être consommé frais ou cuit et utilisé comme additif dans les soupes, les salades et les ragoûts. Le gombo est une culture de grande valeur parce qu'il représente une source d'éléments nutritifs importants pour la santé humaine, par exemples les vitamines, le potassium, le calcium, les glucides, les fibres alimentaires et les acides gras insaturés comme les acides linoléique et oléique (Durazzo et al., 2019). Les glucides sont présents dans le gombo principalement sous forme de mucilage, couramment utilisé dans différents secteurs industriels et à des fins médicales. Les fruits, les graines et les feuilles du gombo ont des applications en raison de leur composition et de leurs propriétés (Dantas et al., 2021).

Le gombo, connu pour ses capacités de guérison, a été utilisé comme médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies. Une série de composés bioactifs, comme les flavonoïdes et les catéchines, y ont été trouvés et ont été associés à de nombreuses propriétés biologiques observées lors d'études qui ont signalé entre autres des effets antidiabétiques, anticancéreux, antihypertenseurs et antimicrobiens à la suite de leur consommation. Ces bienfaits potentiels pour la santé contribuent à la mise au point d'aliments fonctionnels nouveaux et utiles, dont l'ingrédient mis en évidence est le gombo (ou ses dérivés) (Agregan et al., 2022).

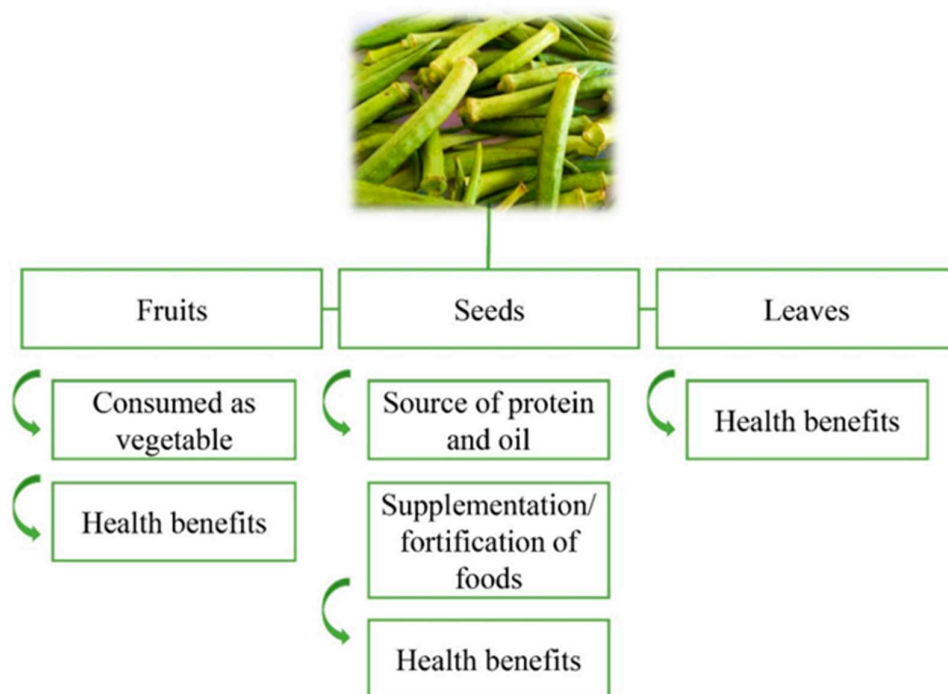


Figure 3 : Utilisation de fruits, graines et feuilles de gombo. Source : Dantas et al. (2021)

### ***Composition nutritionnelle du Gombo***

Le gombo est un aliment riche en nutriments. Les fibres alimentaires sont les macronutriments les plus abondants, suivies des glucides et des protéines. Malgré la faible teneur en matières grasses et

en énergie du gombo, ses graines contiennent des acides gras insaturés, comme l'acide linoléique, essentiels à la nutrition humaine. Les graines sont également riches en  $\alpha$ -tocophérol et ont des teneurs élevées en minéraux, notamment calcium, potassium, cuivre, fer, phosphore, magnésium, zinc et manganèse (Dantas et al., 2021).

Tableau 1 : Composition chimique des feuilles de gombo (fraîches crues et fraîches bouillies) et des fruits (frais crus, frais bouillis et séchés) (g/100g de portion comestible (PC))

Paramètres	Gombo, feuilles, fraîches, crues	Gombo, feuilles, fraîches, bouillies	Gombo, fruit, frais, cru	Gombo, fruit, frais, bouilli	Gombo, fruit, séché
Énergie (kJ)	189	202	141	141	1020
Énergie	45	48	34	34	245
Eau (g)	85,2	84,3	89,1	89,1	9,0
Protéines	2,5	2,6	1,7	1,7	12,8
Lipides	0,6	0,6	0,2	0,2	1,7
Glucides disponibles (g)	5,1	5,4	4,2	4,2	21,8
Fibres alimentaires	4,9	5,2	4,1	4,1	45,3
Cendres (g)	1,7	1,8	0,7	0,7	9,3

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

Tableau 2 : Minéraux (mg/100 g PC) des feuilles de gombo (fraîches crues et fraîches bouillies) et des fruits (frais crus, frais bouillis et séchés) (g/100g de portion comestible (PC))

	Gombo, feuilles, fraîches, crues	Gombo, feuilles, fraîches, bouillies	Gombo, fruit, frais, cru	Gombo, fruit, frais, bouilli	Gombo, fruit, séché
Calcium	303	322	87	87	781
Fer	0,6	0,7	0,8	0,8	6,4
Magnésium	59	62	77	77	548
Phosphore	70	74	54	54	435
Potassium	297	316	382	382	2530
Sodium	6	6	11	11	77
Zinc	0,46	0,49	0,55	0,55	4,64
Cuivre	0,01	0,01	0,09	0,09	0,90

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

Tableau 3: Vitamines (mg/100 g PC) dans les feuilles de gombo (fraîches crues et fraîches bouillies) et les fruits (frais crus, frais bouillis et séchés)

VITAMINE S	Composants	Gombo, feuilles, fraîches, crues	Gombo, feuilles, fraîches, bouillies	Gombo, fruit, frais, cru	Gombo, fruit, frais, bouilli	Gombo, fruit, séché
Vitamine A (exprimée en équivalent)		0,134	0,128	0,086	0,077	0,050
Équivalent $\beta$ -carotène		0,802	0,768	0,515	0,464	0,299
$\alpha$ -carotène		0,024	0,023	0,023	0,021	0,038
Vitamine B <sub>1</sub>	Thiamine	0,16	0,15	0,04	0,04	0,32
Vitamine B <sub>2</sub>	Riboflavine	0,40	0,40	0,08	0,08	0,57
Vitamine B <sub>3</sub>	Équivalent niacine	0,7	0,8	1,2	1,2	9,7
Vitamine B <sub>6</sub>		0,24	0,23	0,27	0,24	2,10
Vitamine B <sub>9</sub>	Folate, total	0,057	0,042	0,088	0,062	0,570
Vitamine C		64	41	28	22	16
Vitamine E (exprimée en équivalent)		0,42	0,45	0,49	0,49	4,10
	$\alpha$ -tocophérol	0,39	0,41	0,48	0,48	4,00
	$\beta$ -tocophérol	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
	$\gamma$ -tocophérol	0,21	0,23	0,12	0,12	1,00

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

Tableau 4 : Acides gras (g/100 g PC) dans les feuilles de gombo (fraîches crues et fraîches bouillies) et les fruits (frais crus, frais bouillis et séchés)

	Gombo, feuilles, fraîches, crues	Gombo, feuilles, fraîches, bouillies	Gombo, fruit, frais, cru	Gombo, fruit, frais, bouilli	Gombo, fruit, séché
Acides gras	0,16	0,17	0,07	0,07	0,52
Acides gras monoinsaturés totaux	0,04	0,04	0,01	0,01	0,06

<b>Acides gras polyinsaturés</b>	0,26	0,28	0,11	0,11	0,82
<b>Acide linoléique</b>	0,09	0,09	0,08	0,08	0,58
<b>Acide <math>\alpha</math>-linoléique</b>	0,17	0,19	0,03	0,03	0,24

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

Il convient de noter que les graines de gombo peuvent représenter un élément important de l'alimentation humaine. En effet, elles représentent une riche source d'huile qui représente 20 à 40% de la composition totale et qui varie selon la procédure d'extraction. L'acide linoléique, un représentant bien connu des acides gras polyinsaturés (AGPI), est le constituant dominant de la teneur en huile (47,4 %) des graines de gombo. En outre, les graines sont riches en protéines et en acides aminés essentiels (lysine et tryptophane) (Elkhalifa et al., 2021).

### Composés antinutritionnels

La présence de facteurs antinutritionnels a été signalée dans les feuilles de gombo. Ces composés limitent la biodisponibilité des minéraux et l'assimilation des protéines. En particulier, une teneur similaire en tanins a été mesurée dans les feuilles fraîches et blanchie (respectivement  $0,44 \pm 0,22\%$  ;  $0,45 \pm 0,05\%$  d'équivalents d'acide tannique) et a également été observé que le processus de cuisson a réduit la teneur à des valeurs acceptables ( $0,27 \pm 0,06\%$ ) (Caluete et al., 2014).

### Composition phytochimique

Le gombo est considéré comme un aliment fonctionnel présentant de multiples avantages pour la santé en raison des nombreux composés bioactifs découverts dans ses tissus. Parmi ces composés, on trouve des polyphénols, qui sont principalement des catéchines oligomériques et des dérivés de flavonol (Agregán et al., 2022).

Tableau 5 : Composés phénoliques, acide ascorbique, flavonoïdes totaux et non-flavonoïdes totaux des graines de gombo (*Abelmoschus esculentus*)

<b>Composés phénoliques (mgEAG/100 g)</b>	<b>Acide ascorbique (mgEAA/100 g)</b>	<b>Flavonoïdes totaux (mgQE/100 g)</b>	<b>Non-flavonoïdes totaux (mgEQ/100 g)</b>
185 $\pm$ 0.10	70 $\pm$ 0.01	38 $\pm$ 0.00	147 $\pm$ 0.10

EAG –Équivalent d'acide gallique, EAA – Équivalent d'acide ascorbique, EQ – Équivalent de quercétine.

Source : Adetuyi et al. (2014)

Les données sur les composés polyphénoliques trouvés dans différentes parties de la plante de gombo (études provenant de plantes d'origine différente) ont été examinées par Agregán et al. (2022) et sont

rapportées dans le tableau suivant afin de fournir une image globale des molécules présentes dans cette NUS.

Tableau 6: Composés phénoliques identifiés dans différentes parties de la plante de gombo

Partie de la plante	Flavonol		Catéchine		Acide phénolique	
	Composant	Quantité	Composant	Quantité	Composant	Quantité
Graines	Quercétine	25,90 mg/100 g d'extrait	Procyanidine B1	289,40 mg/100 g d'extrait		
			Procyanidine B2	675,20 mg/100 g d'extrait		
			Catéchine	56 mg/100 g d'extrait		
			Épicatéchine	31,90 mg/100 g d'extrait		
	Rutine	0,32 mg/100 g d'extrait	Dérivé de catéchine	284,92 µg/g DW	Acide protocatéchuique	114,77 µg/g DW
	Glucoside de quercétine	1 mg/kg				
	Quercétine-- dihexoside	0,79 mg/g DE				
	Quercétine - O-pentosylhexoside	0,90 mg/g DE				
	Quercétine - 3-O-glucoside	1500 mg/g DE				
	Quercétine - O-acétylhexoside	0,63 mg/g DE				

	Kaempférol-3-O-glucoside	0,14 mg/g DE				
	Kaempférol-O-cafféoyl-désoxyhexoside	0,46 mg/g DE				
<b>Cosse</b>	Kaempférol-O-désoxyhexoside-O-acétyl-caféoyl	0,15 mg/g DE				
<b>Gousse sans pépin</b>	Rutine	1,50 mg/100 g d'extrait	Procyanidine B2	26,50 mg/100 g d'extrait		
<b>Feuille</b>			Catéchine	9.19 mg/g DE	Acide chlorogénique	25.91 mg/g DE
					Acide gallique acid	3.94 mg/g DE
					Acide caféique	11.45mg/g DE
					Acide p-coumarique	16.29 mg/g DE
					Acide férulique	18.06 mg/g DE

Source : Adapté de Agregán et al. (2021)

### Propriétés fonctionnelles et effets bénéfiques pour la santé du gombo

De nombreuses études ont indiqué les activités biologiques de différentes parties du gombo (activités antioxydantes, anti-inflammatoires et immunomodulatrices, antibactériennes, anticancéreuses, antidiabétiques, protectrices des organes et neuropharmacologiques, hypolipidémiantes, inhibitrices de la trypsine, hémagglutinantes, antiadhésives et antifatigues) en raison de leur teneur élevée en composés bioactifs.

Les fruits frais (gousses) sont riches en pectine et en mucilage, en vitamines, en acide oxalique et en acides aminés. Les graines de gombo contiennent une grande quantité de catéchines oligomériques et

de dérivés de flavonol, ainsi que des protéines. La fraction huileuse dérivée des graines contient une quantité élevée d'acides palmitique, oléique et linoléique. Les racines contiennent des glucides et des glycosides de flavonol tandis que les feuilles contiennent des minéraux et des glycosides de flavonol (Islam, 2019 ; Durazzo et al., 2019).

Tableau 7 : Différents composants bioactifs dérivés du gombo montrant leurs avantages thérapeutiques sur la santé humaine

<b>Composants bioactifs</b>	<b>Avantages thérapeutiques</b>
Polysaccharides	Antidiabétique
Rhamnogalacturonane	
Lectines	Anticancéreuses
Pectines	
Pectines	Abaisse le mauvais cholestérol
Composants polyphénoliques	Antioxydants
Vitamine C, calcium, fer, manganèse et magnésium	
Polysaccharides	Troubles métaboliques
Mucilagineux	Traitement de l'ulcère
Mucilagineux avec fibres	Soulage et prévient la constipation
Composants glycosylés	Activité antibactérienne
Vitamines C, K	Santé des os et essentielles au processus de coagulation sanguine

Source : Adapté d'Elkhalifa et al. (2021)

En plus de ses qualités nutritionnelles, de sa teneur élevée en molécules bioactives et des bénéfiques pour la santé qui y sont liés, le gombo ne contient pas de gluten et possède des propriétés technologiques intéressantes telles que l'émulsification, l'épaississement ou la gélification. Toutes ces caractéristiques font du gombo un ingrédient potentiel pour la production d'aliments fonctionnels (Dantas et al., 2021).

Les glucides sont présents dans le gombo principalement sous forme de mucilage, c'est-à-dire un polysaccharide très visqueux composé principalement de monosaccharides D-galactose, L-rhamnose et acide galacturonique, ainsi que de protéines et de minéraux. Les propriétés fonctionnelles du mucilage de gombo ont été largement étudiées, principalement pour son activité antidiabétique potentielle ; en fait, son utilisation comme adjuvant ou nutraceutique dans le traitement du diabète est très prometteuse. En raison de ses propriétés rhéologiques, il constitue une ressource potentielle pour des applications pharmaceutiques et alimentaires (Dantas et al., 2021).

Bien que les avantages potentiels du gombo sur différents troubles chroniques aient été explorés scientifiquement, le potentiel de cette culture végétale extraordinaire, rentable, facilement disponible et bon marché n'est pas encore pleinement exploité pour les formulations nutraceutiques. En particulier, les nutraceutiques à base de gombo pourraient devenir une source idéale de nutrition pour les personnes souffrant de malnutrition dans les pays moins développés, jouant ainsi un rôle essentiel dans la prévention et la gestion de la santé, ainsi que dans l'amélioration de la santé (Elkhalifa et al., 2021).

### **Utilisation des différentes parties de la plante - comme aliment ou pour d'autres usages - et informations sur les possibilités de transformation**

Comme aliment, le gombo peut être consommé frais ou cuit et utilisé comme additif dans les soupes, les salades et les ragoûts. Le gombo offre de nombreuses possibilités de production. Les gousses contiennent de grandes quantités de fibres alimentaires et sont souvent séchées, stockées et consommées sous forme de soupe/sauce comme un aliment de base. Une demi-tasse de gousses cuites (fraîches) fournit environ 10 % des niveaux recommandés de vitamine B6, d'acide folique et de vitamines A et C. Comme il peut être facilement séché, moulu (en poudre) et stocké pendant de longues périodes (contrairement aux légumes périssables), les producteurs et les transformateurs peuvent ajouter de la valeur et profiter des fluctuations saisonnières des prix. Outre le rendement en gousses, le feuillage et les tiges peuvent peser jusqu'à 27 t/ha. Cette biomasse est susceptible de devenir utile à mesure que les prix des carburants augmentent et que les nouvelles technologies promettent une conversion efficace en carburants liquides. Il convient de mentionner que les tiges de gombo génèrent une chaleur considérable sans étincelles, fumée excessive ou mauvaises odeurs. Les possibilités d'utilisation non végétale sont les suivantes : pâte à papier, comme son proche parent le kenaf, oléagineux, mucilage, sacs et cordes, bioabsorbant, médecine (National Research Council, 2006).

La principale application du gombo est alimentaire, mais les parties restantes de la plante peuvent être utilisées comme élément structurel dans les matériaux composites. Les fibres libériennes de gombo sont considérées comme une alternative aux fibres les plus couramment utilisées, comme le jute, le lin ou le chanvre, ce qui va dans le sens de la tentative générale d'élargir le nombre d'espèces botaniques dont sont extraites les fibres (Stawski et al., 2020). Un avantage supplémentaire de l'utilisation des fibres de la tige de gombo est l'utilisation des parties non comestibles, qui sont normalement des déchets recyclables. En effet, obtenir des fibres de tige de gombo signifie retirer des champs les déchets de la production alimentaire. Par conséquent, la production de fibres de gombo n'entre pas en concurrence avec la production alimentaire car les deux processus se déroulent en parallèle dans la même zone (Arifuzzaman, 2017).

Le mucilage de gombo est un exemple clair de nutraceutique pouvant être utilisé dans la préparation de produits alimentaires recherchant une fonctionnalité industrielle et/ou nutritionnelle, se révélant être un bon agent émulsifiant pour différentes matrices, tant à des fins alimentaires que pharmacologiques. Outre leur capacité à former des émulsions stables, les polysaccharides de gombo peuvent être utilisés comme épaississants, améliorateurs de viscosité ou gélifiants dans des produits tels que les sauces, les pâtes à tartiner hypocaloriques ou les substituts de mayonnaise (Agregán et al., 2022).

Les principales applications potentielles des polysaccharides de gombo dans différentes industries sont décrites dans la figure ci-dessous (Dantas et al., 2021).

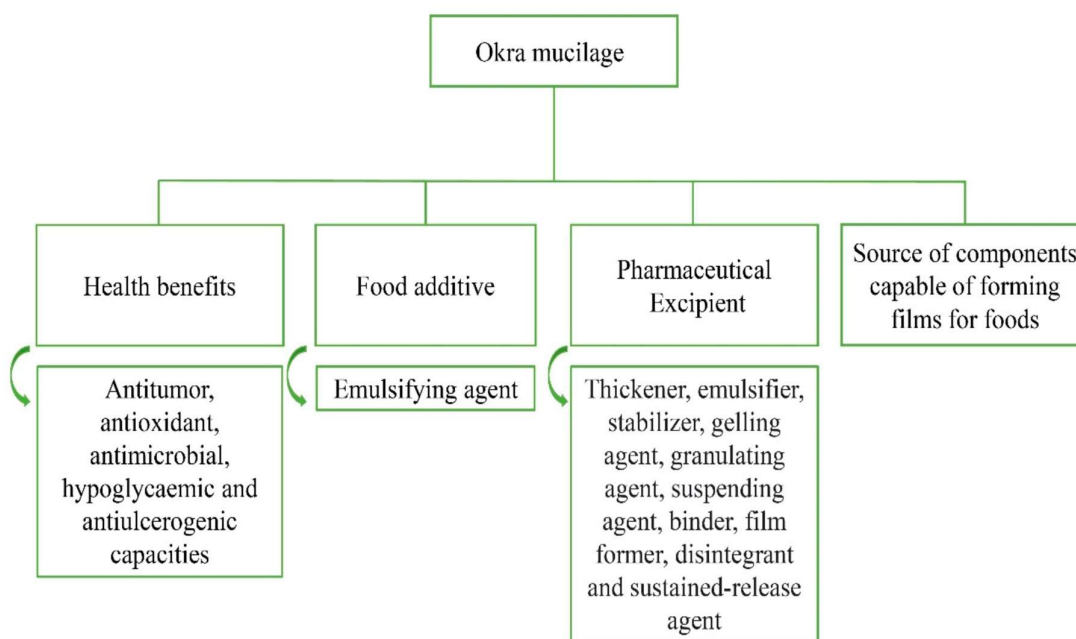


Figure 4 : Utilisations du mucilage du gombo. Source : Dantas et al. (2021).

D'autre part certaines études ont montré la possibilité d'extraire des nanoparticules d'argent de manière écologique et économique, en utilisant les feuilles de gombo, pour une utilisation ultérieure comme antimicrobiens applicables à certains pathogènes alimentaires (Hatipoğlu, 2021).

### Contribution à l'emploi

Le gombo est cultivé de manière extensive et on trouve ce légume sur la plupart des marchés d'Afrique. La culture est largement répandue dans les régions tropicales, subtropicales et à température chaude. Certaines études indiquent que le gombo a influencé positivement le développement humain, en fournissant des avantages nutritionnels, médicaux, pharmaceutiques et économiques. En plus de servir d'aliment, la production de gombo a permis d'améliorer le niveau de vie et l'économie des agriculteurs locaux, en fournissant un revenu pendant la saison morte pour compléter les cultures telles que le manioc et l'igname et en contribuant à l'augmentation de la production agricole mondiale (Adiaha, 2017).

Au Nigéria, une étude menée dans le cadre d'une évaluation rurale participative a mis en évidence un écart important entre les sexes, 73 % des hommes interrogés s'occupant principalement de la culture et 27 % des femmes s'occupant de la conservation et de la transformation. La plupart des agriculteurs étaient âgés de 31 à 60 ans (71%), 23% avaient moins de 30 ans, tandis que 7% avaient plus de 60 ans. La majorité des répondants étaient mariés et parmi eux, 31% n'avaient pas été scolarisés, 24 et 23% avaient suivi un enseignement primaire et secondaire, respectivement, 10% avaient suivi un enseignement supérieur et 13% avaient suivi un enseignement coranique et des adultes. Les communautés étudiées sont principalement agricoles, la majorité (97%) des répondants ayant l'agriculture comme occupation principale. La plupart des répondants exercent leurs activités agricoles sur des terres héritées (53%) et cultivent le gombo au moins deux fois par an (58%). 78 % utilisent la méthode de la polyculture, et 93 % cultivent une variété indigène non améliorée de gombo. Leur principale source d'approvisionnement en graines de gombo pour les semis est issue des graines conservées de leur récolte passée (53 %) (Ibitoye et Kolawole, 2022).

## Références

- Abdou, R., Zango, O., Toudou, A. K., So, T. K. A., & Bakasso, Y. (2022a). Effet des fertilisants sur la productivité de trois variétés de gombo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench.) de la région de Zinder (Niger). *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 16(1), 378-389.
- Abdou, R., Zango, O., Toudou, A. K., So, T. K. A., & Bakasso, Y. (2022b). Agro Morphological Characterization and Evaluation of Three Okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] Varieties from Zinder (Niger) for Yield and Other Variability Components. *Agricultural Sciences*, 13(3), 321-329.
- Adetuyi F., Ajala L., Ibrahim T. (2012). Effect of the addition of defatted okra seed (*Abelmoschus esculentus*) flour on the chemical composition, functional properties and Zn bioavailability of plantain (*Musa paradisiacal* linn) flour. *Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences*, 2, 69-82.
- Adetuyi F., Ibrahim T. (2014). Effect of Fermentation Time on the Phenolic, Flavonoid and Vitamin C Contents and Antioxidant Activities of Okra (*Abelmoschus esculentus*) Seeds. *Niger. Food J.* 32, 128-137. DOI: 10.1016/S0189-7241(15)30128-4
- Adiaha M. S. (2017). Effect of Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) on Human Development and its Impact on the Economy of Farmers in Obubra Rainforest Zone of Nigeria. *World News of Natural Sciences* 10, 80-85
- Agregán R, Pateiro M, Bohrer BM, Shariati MA, Nawaz A, Gohari G, Lorenzo JM. (2022). Biological activity and development of functional foods fortified with okra (*Abelmoschus esculentus*). *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 17, 1-16. doi: 10.1080/10408398.2022.2026874.
- Arifuzzaman Khan, G.M.; Yilmaz, N.D.; Yilmaz, K. (2017). Okra bast fiber as potential reinforcement element of biocomposites: Can it be the flax of the future. In *Handbook of Composites from Renewable Materials*; Wiley Scrivener: Hoboken, MA, USA; Volumes 1–8, pp. 379–405. ISBN 9781119441632.
- Caluete MEE, De Souza LMP, Dos Santos Ferreira E, De Franca AP, De Akneuda Gadelha CA, De Souza Aquino J, Santi-Gadelha T. (2014). Nutritional, antinutritional, phytochemical status of okra

leaves (*Abelmoschus esculentus*) subjected to different processes. *Afr. J. Biotechnol.* 14, 683–687. doi: 10.5897/AJB2014.14356

Dantas TL, Alonso Buriti FC, Florentino ER. (2021). Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) as a Potential Functional Food Source of Mucilage and Bioactive Compounds with Technological Applications and Health Benefits. *Plants (Basel)*, 10:1683. doi: 10.3390/plants10081683.

Durazzo A, Lucarini M, Novellino E, Souto EB, Daliu P, Santini A. (2018). *Abelmoschus esculentus* (L.): Bioactive Components' Beneficial Properties-Focused on Antidiabetic Role-For Sustainable Health Applications. *Molecules*, 24, 38. doi: 10.3390/molecules24010038.

Elkhalifa AEO, Alshammari E, Adnan M, Alcantara JC, Awadelkareem AM, Eltoun NE, Mehmood K, Panda BP, Ashraf SA. (2021). Okra (*Abelmoschus Esculentus*) as a Potential Dietary Medicine with Nutraceutical Importance for Sustainable Health Applications. *Molecules*. 26, 696. doi: 10.3390/molecules26030696

Kumar, S., Dagnoko, S., Haougui, A., Ratnadass, A., Pasternak, N., & Kouame, C. (2010). Okra (*Abelmoschus* spp.) in West and Central Africa: Potential and progress on its improvement. *African Journal of Agricultural Research* 5(25), 3590-3598.

Kumar, A., Kumar, P., & Nadendla, R. (2013). A review on: *Abelmoschus esculentus* (Okra). *International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences*, 3(4), 129-132.

Hatipoğlu H. (2021). Green synthesis of silver nanoparticles using *Abelmoschus esculentus* leaf and antimicrobial effects on some food pathogens. *AÇÜ Orman Fak Derg*, 22(2):239-246

Ibitoye DO and Kolawole AO (2022). Farmers' Appraisal on Okra [*Abelmoschus esculentus* (L.)] Production and Phenotypic Characterization: A Synergistic Approach for Improvement. *Front. Plant Sci.* 13:787577. doi: 10.3389/fpls.2022.787577

Islam MT. (2019). Phytochemical information and pharmacological activities of Okra (*Abelmoschus esculentus*): A literature-based review. *Phytother. Res.* 33, 72–80. doi: 10.1002/ptr.6212

Lamont, W. J. (1999). Okra—A versatile vegetable crop. *Hort. Technology*, 9(2), 179-184.

National Research Council (2006). *Lost Crops of Africa. Volume II: Vegetables*. Washington, DC: The National Academies Press. www.nap.edu/catalog/11763.html; pp. 287-301.

Stawski D, Çaliskan E, Deniz Yilmaz N, Krucinska I. (2020). Thermal and Mechanical Characteristics of Okra (*Abelmoschus esculentus*) Fibers Obtained via Water- and Dew-Retting. *Appl. Sci.* 10, 5113. doi:10.3390/app10155113

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.

## VI. *Moringa (Moringa oleifera)*

### Taxonomie, culture et propriétés Agronomiques

#### 1. Taxonomie :

Le moringa (*Moringa oleifera* Lam.) est l'une des plantes les plus utilisées au monde. Le *Moringa oleifera* appartient à la famille monogénérique des arbustes et des arbres Moringaceae, considérée comme originaire d'Agra et d'Oudh, dans la région nord-ouest de l'Inde et au sud des montagnes himalayennes. Elle est maintenant cultivée dans tout le Moyen-Orient, presque toute la ceinture tropicale et elle a été introduite en Afrique de l'Est à partir de l'Inde au début du 20<sup>ème</sup> siècle. Environ 33 espèces ont été signalées dans la famille des Moringacées. Parmi celles-ci, treize espèces à savoir, *M. arborea*, *M. borziana*, *M. concanensis*, *M. drouhardi*, *M. hildebrandtii*, *M. longituba*, *M. oleifera*, *M. ovalifolia*, *M. peregrina*, *M. pygmaea*, *M. rivae*, *M. ruspoliana*, *M. stenopetala* sont bien connues et présentes dans le monde entier (voir Mallenakuppe et al. 2019).

Le moringa est l'un des arbres vivaces à croissance rapide, à feuilles caduques de taille moyenne d'environ 10 m à 12 m de hauteur. L'écorce a une couleur gris blanchâtre et est entourée de liège épais. Les jeunes tiges ont une écorce violacée ou blanc verdâtre. Les fleurs sont blanc crème jaunâtre et odorantes. Le fruit mûr est une capsule pendante de 20 à 45 cm contenant 15 à 20 graines globuleuses brun foncé de 1 à 1,2 cm de diamètre (voir Mallenakuppe et al. 2019).

*Moringa oleifera* est un arbre polyvalent répandu qui aurait des propriétés nutritionnelles, thérapeutiques et prophylactiques avec plusieurs applications industrielles. Il est bien connu du monde antique, mais ce n'est que récemment qu'il a été redécouvert en raison de la grande variété de ses utilisations potentielles. Chaque partie de l'arbre moringa (fruits, graines, feuilles, fleurs, écorce et racines) est associée à la présence d'au moins un ou plusieurs avantages. Toutes les parties de l'espèce sont traditionnellement utilisées à des fins différentes, mais les feuilles sont généralement les plus utilisées dans le monde entier (voir Mallenakuppe et al. 2019).

#### 2. Zones de culture et cultivars connus :

##### Sites de culture au Burkina Faso

Le moringa est cultivé dans le district rural de Gaongo, province de Bazega dans le centre-sud du Burkina Faso (Zongo et al. 2018). Cinq provenances du Burkina Faso (Gaoua et Dano dans la zone sud-soudanaise, Ouagadougou, FadaN 'Gourma et CNSF dans la zone nord-soudanaise) ont montré des performances supérieures pour la culture, et le moringa peut être recommandé pour la plantation dans d'autres zones présentant des conditions écologiques similaires (Dao & Kabore 2015).

##### Sites de culture au Niger

Le moringa est une culture commerciale au Niger consommée quotidiennement comme légume à feuilles dans les zones urbaines. Les régions de Maradi et Tillabéri sont les deux principales zones de

production de moringa du Niger. La région de Maradi est la plus ancienne zone de production de moringa au Niger. Les plantations des agriculteurs sont situées principalement dans la vallée de la rivière Goulbi (Halilou et al. 2022). Dans la région ouest du Niger, les trois principaux sites de production de moringa sont Toulware, Karey-Gorou et Sarando (Haougui et al. 2017).

### **Les types cultivés**

Au Burkina Faso, pour différencier les moringas cultivés, les traits de croissance (hauteur, nombre de branches et de pennes, longueur et largeur des feuilles) et la production de biomasse ont été mesurés sur des plantules de moringa âgés de deux semaines et de deux mois. Le résultat n'a indiqué aucune corrélation significative entre les caractéristiques morphologiques et les données agroclimatiques (longitude, altitude et précipitations annuelles) de l'origine des graines. Des variations significatives entre les provenances pour les caractéristiques morphologiques et la production de biomasse ( $P \leq 0,05$ ) ont été observées (Dao & Kabore 2015).

L'Inde a effectué la plupart des recherches sur le moringa dans le monde. L'Inde a également reconnu la variété de MoringaPKM1, qui est une variété annuelle. Il n'y a pas de variété établie de moringa vivace<sup>14</sup>.

### **Tolérance aux stress abiotiques et biotiques**

Le moringa tolère un large éventail de conditions environnementales. Il pousse mieux à des températures variant entre 25 et 35°C, mais tolère jusqu'à 48 °C à l'ombre et peut survivre à une légère gelée. Cet arbre tolérant à la sécheresse pousse bien dans les zones recevant des quantités de précipitations annuelles allant de 250 à 1500 mm. Les altitudes inférieures à 600 m sont les meilleures pour le Moringa, mais cet arbre adaptable peut pousser à des altitudes allant jusqu'à 1200 m sous les tropiques (Palada & Chang, 2003). Le moringa préfère un sol sableux ou limoneux bien drainé mais tolère aussi l'argile. Il ne survivra pas en cas d'inondation prolongée et de mauvais drainage. Le moringa tolère un pH de sol de 5,0-9,0 (Palada & Chang, 2003).

Le moringa est résistant à la plupart des ravageurs et des maladies, mais des épidémies peuvent apparaître dans certaines conditions. Par exemple, la pourriture des racines causée par *Diplodia* peut apparaître dans les sols gorgés d'eau, provoquant un flétrissement important et la mort des plantes. Les populations d'acariens peuvent augmenter dans un climat sec et frais. Ces parasites provoquent le jaunissement des feuilles, mais les plantes se rétablissent généralement dans un climat chaud. Les autres insectes ravageurs comprennent les termites, les pucerons, les mineuses, les aleurodes et les chenilles (Palada et Chang, 2003). Au Niger, les recherches ont révélé la présence de 11 genres de nématodes phytoparasites dans le moringa, parmi lesquels les plus fréquents et les plus abondants sont *Helicotylenchus* spp. et *Hoplolaimus* spp. (Haougui et al. 2017).

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

---

<sup>14</sup> <https://d3pcsg2wj9izr.cloudfront.net/files/40220/download/732715/Moringabreeding.pdf>

La production et la gestion du moringa sont faciles en raison de sa croissance rapide, de sa faible demande en nutriments du sol et en eau après avoir été planté, surtout aux stades ultérieurs, de sa grande capacité de repousse après la récolte, ce qui lui permet de mieux se comporter dans des conditions extrêmes avec une qualité nutritionnelle élevée. Ses racines pénètrent profondément dans le sol à la recherche d'eau et de nutriments, ce qui permet aux arbres de moringa de tolérer des conditions sévères. Des exigences relativement faibles en matière d'irrigation rendent le moringa supérieur à d'autres aliments pour le bétail comme le soja, les tourteaux de graines de coton et les graminées qui nécessitent une irrigation intensive, ce qui le rend trop difficile à cultiver pour les petits éleveurs. Le moringa peut être cultivé dans divers sols, y compris les régions tropicales et subtropicales chaudes, humides, sèches, à l'exception des conditions gorgées d'eau. Les sols légèrement alcalins argileux et limono-sableux sont considérés comme les meilleurs pour cette espèce en raison de leur bon drainage (Mallenakuppe et al. 2019).

Tableau 1. Les exigences pour la culture des arbres moringa.

<b>Parameter</b>	<b>Requirement/range</b>
<b>Climate</b>	<b>Tropical or sub-tropical</b>
<b>Altitude/Height</b>	<b>0-2000 meters</b>
<b>Temperature</b>	<b>18.7-28.5°C</b>
<b>Rainfall</b>	<b>250 mm - 2000 mm. Irrigation needed for leaf production if rainfall &lt;800 mm</b>
<b>Soil type</b>	<b>Loamy, sandy or sandy-loam</b>
<b>Soil pH</b>	<b>Slightly acidic to slightly alkaline (pH 5 - 9)</b>

Source : Mallenakuppe et al. (2019).

Le moringa peut être multiplié par plantation directe de graines, repiquage de plantules et boutures de tiges matures. Le semis direct est préférable, lorsque le taux de germination est élevé. Les graines doivent être semées à une profondeur maximale de 2 cm car un semis plus profond pourrait réduire le taux de germination. Il y a environ 4 000 graines de moringa (avec leur coque) pour 1 kg avec un pourcentage de germination de 78 à 94 %. Les graines de moringa germent après 5 à 12 jours du semis.

Les semis sont effectués dans des sacs en polyéthylène ou des sacs pré-remplis de terreau en semant les graines à une profondeur de 2 cm et en arrosant une fois tous les 2-3 jours. Après le semis, il faut les placer dans un endroit légèrement ombré et les protéger des fortes pluies. Les plantules de moringa doivent être entretenues pendant 4 semaines avant d'être transplantées pour un meilleur taux

de survie lorsqu'elles atteignent environ 30 cm de haut. Lors de la transplantation, le sac en polyéthylène doit être retiré en veillant à ce que les racines de la plante ne soient pas endommagées.

Des boutures de bois dur de 40 cm de long et de 4 à 5 cm de diamètre peuvent également être utilisées pour la propagation en enterrant un tiers de la tige dans le sol. Les plantes produites avec des boutures n'auront pas un système racinaire profond et seront plus sensibles aux attaques du vent, de la sécheresse et des termites. L'espacement doit être beaucoup plus large pour la production de semences ou de fruits. Les arbres doivent être espacés d'au moins 2,5 m et plantés selon un schéma triangulaire de 3 x 3 m pour les exploitations productrices de semences (Mallenakuppe et al. 2019).

Le sol doit être soigneusement préparé avant la plantation afin de lutter contre la croissance précoce des mauvaises herbes. Il est recommandé d'appliquer de la paille et/ou un paillis de plastique autour de la base de chaque jeune arbre. Pour maintenir une plantation exempte de mauvaises herbes, il faut cultiver régulièrement entre les lits et les rangées (Palada et Chang, 2003).

La lutte chimique contre les insectes nuisibles ne doit être utilisée qu'en cas de grave contamination. Il faut choisir un pesticide qui cible le ravageur spécifique à l'origine des dégâts et éviter les pesticides qui tuent ou empêchent le développement d'organismes utiles. Il faut également opter pour des pesticides qui ne durent que quelques jours.

Les bovins, les moutons, les porcs et les chèvres mangent les plantules, les gousses et les feuilles de moringa. Il faut protéger les plantules de moringa du bétail en installant une clôture ou en plantant une haie autour de la parcelle (Palada & Chang, 2003).

### **Propriétés agronomiques**

L'arbre de moringa a été signalé comme ayant des valeurs économiques et culturelles élevées. Cet arbre miracle est cultivé dans le monde entier à des fins économiques et à l'échelle commerciale. Il est cultivé en tant qu'arbre unique dans les fermes, autour des étables, sur les limites des exploitations agricoles ou en tant que groupe d'arbres sur les terrains vagues des villages, ce qui a également conduit à l'émergence de la plantation de moringa, des entreprises de transformation avec son implication dans la création d'emplois et donc la réduction de la pauvreté. Un bon nombre de familles, et en particulier les femmes, s'engagent dans la distribution et la vente de feuilles de moringa fraîches. Elles vivent de l'approvisionnement quotidien des centres urbains (Omotesho et al. 2013).

Au Nigeria, le rendement moyen en feuilles humides par moringa est de 4,5 kg par an, ce qui équivaut à 1 kg de poudre de feuilles sèches, soit un ratio de 4,3 kg pour 1 kg de poudre de feuilles organiques sèches. En moyenne, un hectare de moringa planté donnera 50 616 kg de poudre de feuilles sèches et un revenu brut de 75 924 \$ par an. Il est important de noter que la plante moringa produit pendant sept ans ou plus, ce qui permet d'économiser le travail des établissements récents et le coût des intrants tandis que la plante continue à produire des revenus pour l'agriculteur. Avec le besoin de sources alternatives de biogaz pour répondre à la demande croissante, le potentiel de l'arbre moringa dans la production de biogaz a été exploré. (Omotesho et al. 2013).

### **Section nutritionnelle**

## Propriétés nutritionnelles et fonctionnelles

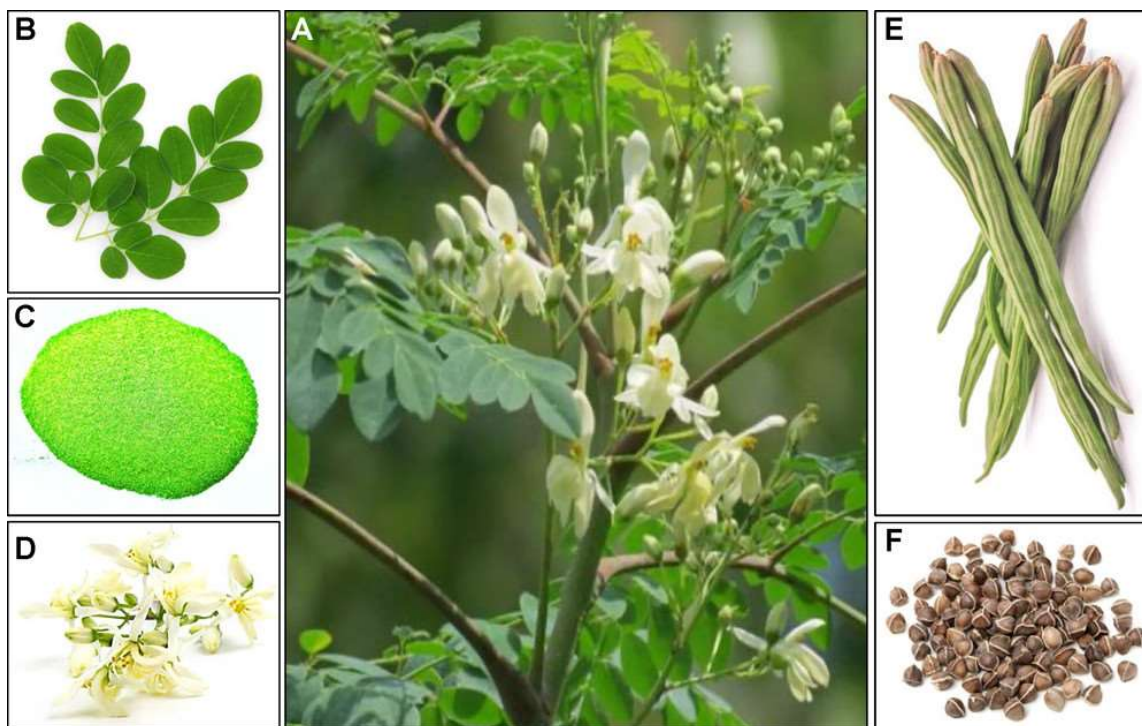


Figure 1 : Parties végétales de *Moringa oleifera*. (A) Plantes de *M. oleifera* avec fleurs et feuilles, (B) feuilles, (C) feuilles en poudre, (D) fleurs, (E) fruits et (F) graines.

Sources : <https://pixabay.com/images/search/moringa%20oleifera>

*Moringa oleifera*, qui appartient à la famille des Moringaceae, est communément appelé « arbre pilon » ou « radis à cheval ». Toutes les parties du *Moringa oleifera* (feuilles, racines, fleurs, gousses et graines) sont comestibles et contiennent de grandes quantités de divers micronutriments, tels que calcium, potassium, zinc, magnésium, fer, cuivre, vitamines (A, B, C, E) et phytochimiques tels que tanins, stérols, terpénoïdes, flavonoïdes, saponines, les anthraquinones, les alcaloïdes et les sucres réducteurs.

En outre, l'huile de Moringa contient environ 76% d'acide linoléique et d'acide oléique, ce qui en fait un substitut potentiel de l'huile d'olive. Les feuilles de Moringa contiennent une quantité exceptionnellement élevée de protéines comparativement à d'autres feuilles consommées comme nourriture et acides aminés essentiels comme la lysine, le tryptophane, la phénylalanine, la valine, etc. (Trigo et al., 2021). Le Moringa fournit 7 fois plus de vitamine C que les oranges, 10 fois plus de vitamine A que les carottes, 17 fois plus de calcium que le lait, 15 fois plus de potassium que les bananes et 25 fois plus de fer que les épinards (Gopalakrishnan et al., 2016). Cette composition nutritionnelle fait du Moringa un remède efficace pour traiter la malnutrition et lui confère des activités anti-tumorale, antipyrétique, antiépileptique, anti-inflammatoire, diurétique, antihypertenseur, hypocholestérolémiant, antioxydant, antidiabétique, antibactérien et antifongique. Par conséquent, il est utilisé pour plusieurs pathologies (telles que cardiopathies, maladies gastro-

intestinales circulatoires, hyperglycémie, dyslipidémie, etc.). Les Africains utilisent depuis longtemps le Moringa en phytothérapie (Gopalakrishnan et al., 2016 ; Kashyap et al., 2022).

### Composition nutritionnelle des feuilles de *Moringa oleifera*

Tableau 2 : Composition chimique des feuilles de Moringa (ben oléifère), fraîches, crues et feuilles de Moringa (ben oléifère), fraîches, bouillies (g/100g de portion comestible (PC))

Paramètres	Moringa (ben oléifère), feuilles, fraîches, crues	Moringa (ben oléifère), feuilles, fraîches, bouillies
Énergie (kJ)	338	359
Énergie (kcal)	81	86
Eau (g)	75,1	73,5
Protéines totales (g)	8,4	8,9
Lipides totaux (g)	1.4	1.5
Glucides disponibles (g)	4,5	4,8
Fibres alimentaires totales (g)	8,2	8,7
Cendres (g)	2,4	2,6

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

Tableau 3 : Minéraux (mg/100 g PC) dans les feuilles de Moringa (ben oléifère), fraîches, crues et feuilles de Moringa (ben oléifère), fraîches, bouillies

	Moringa (ben oléifère), feuilles, fraîches, crues	Moringa (ben oléifère), feuilles, fraîches, bouillies
Calcium	595	633
Fer	10,3	10,9
Magnésium	68	73
Phosphore	91	103
Potassium	405	428
Sodium	9	10
Zinc	1,20	1,28
Cuivre	0,21	0,22

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

Tableau 4 : Vitamines (dans 100 g PC) dans les feuilles de Moringa (ben oléifère), fraîches, crues et feuilles de Moringa (ben oléifère), fraîches, bouillies

VITAMINES	Composants	Moringa (ben oléifère), feuilles, fraîches, crues	Moringa (ben oléifère), feuilles, fraîches, bouillies
Vitamine A (équivalent activité rétinol) (mcg)		1640	1570
Équivalent $\beta$ -carotène (mcg)		19700	18900
Vitamine B <sub>1</sub> (mg)	Thiamin	0,22	0,21
Vitamine B <sub>2</sub> (mg)	Riboflavin	0,77	0,78
Vitamine B <sub>3</sub> (équivalent niacine) (mg)	Niacin	2,60	2,70
Vitamine B <sub>6</sub> (mg)		1,20	1,20
Vitamine B <sub>9</sub> (mcg)	Folate	40	30
Vitamine C (mg)		221	141
Vitamine E ( $\alpha$ -tocopherol equivalents) (mg)		0,27	0,29
	$\alpha$ -tocopherol	0,26	0,28
	$\gamma$ -tocopherol	0,04	0,05

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

Tableau 5 : Acides gras (g/100 g PC) dans les feuilles de Moringa (ben oléifère), fraîches, crues et feuilles de Moringa (ben oléifère), fraîches, bouillies

	Moringa (ben oléifère), feuilles, fraîches, crues	Moringa (ben oléifère), feuilles, fraîches, bouillies
Acides gras saturés totaux	0,49	0,52
Acides gras monoinsaturés totaux	0,09	0,09
Acides gras polyinsaturés totaux	0,58	0,62
Acide linoléique	0,19	0,21
Acide $\alpha$ -linoléique	0,39	0,41

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

### Composés antinutritionnels

Les feuilles de Moringa contiennent des facteurs antinutritionnels comme l'oxalate et le phytate et les tanins qui peuvent réduire la biodisponibilité de certains nutriments. Il a été signalé que des traitements comme la torréfaction (Alidou et al., 2016) et l'ébullition (Sallau et al., 2012) réduisent efficacement la teneur en ces éléments antinutritionnels, ce qui augmente la biodisponibilité des nutriments. Faire bouillir les feuilles avant de les consommer est une pratique traditionnelle des communautés locales de Zaria, au Nigeria.

### Composition phytochimique

Les feuilles de Moringa sont riches en polyphénols, dont les principaux composés sont les flavonoïdes et les acides phénoliques. Les flavonoïdes observés sont principalement la quercétine et le kaempférol, alors que les acides phénoliques sont principalement des acides gallique, chlorogénique, ellagique et férulique. Les feuilles contiennent également des saponines, des tanins, des tanins catécholiques, des anthraquinones et des alcaloïdes (Omede, 2016).

Tableau 6 : Concentration de certains composants antioxydants contenus dans les feuilles de *Moringa oleifera* du Nigeria

Composants antioxydants	Extrait brut	Fraction aqueuse	Fraction acétate d'éthyle
<b>Phénol total</b>	1,622 ± 0,068	1,058 ± 0,091	2,099 ± 0,087
<b>Total des flavonoïdes</b>	0,921 ± 0,050	0,66 ± 0,130	1,311 ± 0,152
<b>Anthocyanine</b>	0,126 ± 0,040	0,060 ± 0,016	0,348 ± 0,006
<b>Proanthocyanidine</b>	0,026 ± 0,012	0,06 ± 0,011	0,291 ± 0,017
<b>Tanins</b>	1,332 ± 0,311	1,246 ± 0,860	1,678 ± 0,987

Toutes les valeurs sont exprimées en moyenne ± EME (n=3), les phénols totaux sont exprimés en mgGAE/g de poids sec ; la teneur totale en flavonoïdes des différentes fractions est exprimée en équivalent quercétine par gramme d'extrait végétal ; la concentration en anthocyanes, proanthocyanidines et tanins est exprimée en g/100g.

Source : Omede (2016).

### Propriétés fonctionnelles et effets bénéfiques pour la santé du Moringa

Le Moringa présente des avantages remarquables pour la santé, notamment une activité antioxydante, antimicrobienne, anticancéreuse, anti-inflammatoire et antidiabétique, comme le montre la figure.

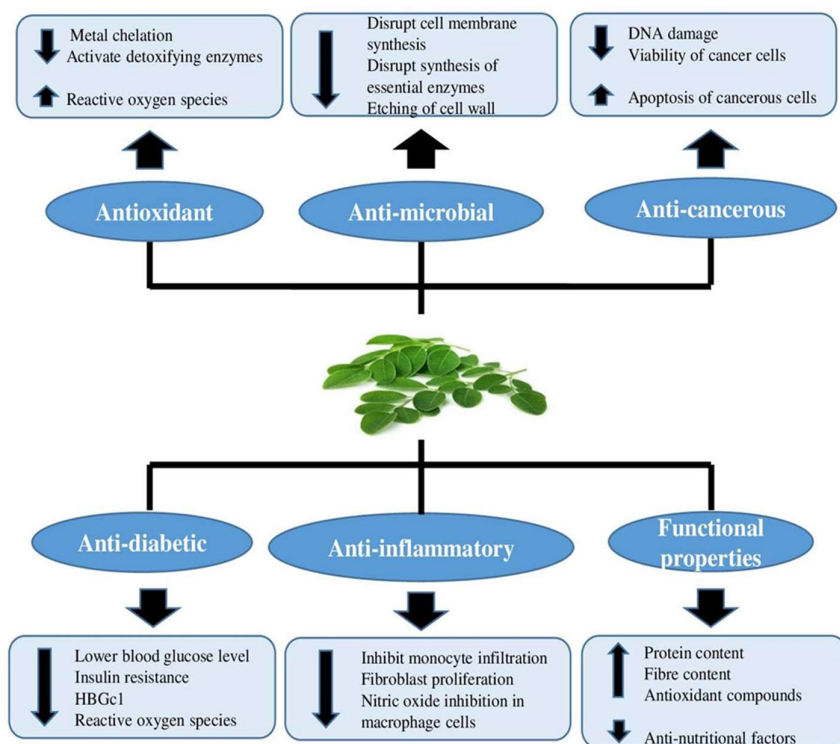


Figure 2 Propriétés fonctionnelles et effets bénéfiques pour la santé du Moringa. Source : Kashyap et al. (2022).

Par conséquent, presque toutes les parties de la plante *Moringa oleifera* ont été utilisées dans les systèmes de médecine ethnomédicale et traditionnelle pour guérir diverses maladies humaines, notamment la dysenterie, l'asthme, la syphilis, les rhumatismes, les maux d'oreille, les maux de dents, les maux de tête, les fièvres, les bronchites, les infections oculaires, l'hyperchite, la chole-stérolémie, l'athérosclérose, l'arthrite, le cancer et les troubles immunitaires (Trigo et al, 2021 ; Ghimire et al, 2021 ; Kashyap et al, 2022).

En particulier, en ce qui concerne les feuilles de Moringa, leurs bienfaits pour la santé (antidiabétiques, antibactériens, anticancéreux et anti-inflammatoires) sont dus à leur teneur élevée en phytochimiques, en caroténoïdes et en glucosinolates (Kashyap et al, 2022).

De plus, on s'intéresse de plus en plus à l'utilisation du Moringa comme ingrédient à valeur ajoutée dans la mise au point d'aliments fonctionnels (Kashyap et al, 2022).

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

Le Moringa est attrayant pour sa croissance rapide, sa tolérance à la sécheresse, sa forte production de biomasse et sa grande valeur nutritive (Kwaambwa et al., 2012). Le Moringa est aussi appelé « Arbre Miracle » ou « Arbre de vie » probablement en raison des multiples usages et fins auxquels il

est destiné. La plupart de ses composants sont utilisés à des fins médicinales et commerciales, en plus des propriétés nutritionnelles et du traitement de l'eau (Kwaambwa et al., 2012).

Tableau 7 : Parties végétales de *Moringa oleifera*, leurs utilisations et avantages

Partie de l'arbre	Utilisations ou avantages
Feuilles	Nutritionnel, médicinal, biomasse, hormone de croissance végétale, fourrage
Fleurs	Nutritionnel, médicinal, miel
Gousses	Nutritionnel, médicinal
Écorce	Médicinal, cordage, gomme
Racines	Médicinal
Gomme	Médicinal
Bois	Papier, aliments pour animaux, médicaments, alcool
Graines	Traitement de l'eau, aliments, cosmétiques, huile de cuisson, lubrifiant

Source : Kwaambwa et al (2012)

Les feuilles et les gousses sont principalement utilisées comme aliments, crues ou cuites, alors que les effets médicinaux de ses parties n'ont pas encore été scientifiquement prouvés, au point que de graves idées fausses sur leur efficacité et leur utilisation sont à craindre, principalement liées au risque que les personnes vivant avec le VIH arrêtent le traitement antirétroviral (Kwaambwa et al., 2012). À cette fin, la plupart des recommandations scientifiques considèrent la supplémentation nutritionnelle de *Moringa* comme faisant partie d'une approche globale basée principalement sur le traitement antirétroviral (Gambo et al., 2021).

Les feuilles et les graines sont ajoutées aux aliments sous forme de poudre, comme épice dans les plats courants ou dans les repas pour enfants, à des fins nutritionnelles et médicinales. Les feuilles fraîches sont ajoutées aux salades ou cuites comme un légume. Le thé de *Moringa* est préparé en ajoutant de la poudre de feuilles à de l'eau bouillie (Mashamaite et al., 2021).

Les graines sont également consommées grillées comme des arachides ou comme des haricots verts et utilisées pour extraire l'huile de cuisson. Les déchets de biomasse des tourteaux qui restent après l'extraction de l'huile peuvent être une source précieuse d'adsorbants végétaux utiles dans le traitement de l'eau potable, comme la décontamination des métaux, en combinaison avec du charbon actif (Sera et al., 2021).

En effet, un extrait protéique de graines de *Moringa oleifera* possède des propriétés coagulantes/floculantes utiles pour la purification de l'eau à usage domestique et sanitaire. Cette protéine a l'avantage d'être complètement biodégradable et de n'avoir aucun effet sur le pH et les caractéristiques de l'eau. De plus, elle est obtenue à un coût faible ou nul (Kwaambwa et al., 2012).

Toutes les parties (feuilles, fleurs, cosses, racines, gomme) de *Moringa oleifera* sont une source de polysaccharides précieux avec un potentiel incroyable en raison de leurs nombreuses bioactivités et propriétés thérapeutiques, utiles dans la formulation de nouveaux médicaments et adjuvants (Sharma et al., 2022).

En particulier, au Nigeria, les feuilles de *Moringa* sont fréquemment utilisées comme légume, consommées seules ou en combinaison avec d'autres plantes à feuilles ou préparées d'une manière spéciale mélangées avec du gâteau d'arachide (Kwulikwuli) et d'autres épices, puis consommées. La consommation de ce médicament à base de plantes est associée au traitement de plusieurs maux comme indiqué dans le tableau (Popoola et Obembe, 2013).

Tableau 8 : Méthode de préparation, forme d'utilisation et but de l'utilisation des feuilles de *Moringa oleifera* au Nigeria

Catégorie d'utilisation	Mode de préparation	Forme d'utilisation	Objectif d'utilisation
Médecine	Bouillir dans l'eau sous forme d'infusion	Boire l'extrait	Hypertension artérielle, AVC, rhumatisme, Facilité de travail
	Feuilles broyées (extrait), consommées crues, Extrait de feuilles avec « OsanOrombo » ( <i>Citrus</i> sp)	Boire l'extrait	Diarrhée, hypertension artérielle, diabète, analgésique, épilepsie, plaies buccales, infertilité
	Feuilles séchent et en poudre	Médicament et condiment	Maladie chronique (infection par la VIH)
	Feuilles broyées	Soigner les blessures	Cicatrisation de plaies et arthrite
Aliments	Feuilles bouillies avec « Kwulikwuli » + poivre, oignon et tomate avec « burukutu » Extrait de feuilles bouillies sous forme de thé à consommer généralement tôt le matin	Manger en salade, soupe de légumes  Extrait de thé	Nutrition humaine

Source : Adapté de Popoola et Obembe (2013).

Ces dernières années, les feuilles de *Moringa oleifera* sont apparues comme un ingrédient potentiel pour le développement de produits alimentaires nutritionnellement riches et thérapeutiquement actifs, en raison du nombre croissant de rapports scientifiques qui documentent leurs activités biologiques et leurs effets bénéfiques dans la prévention et l'atténuation des complications de différentes maladies (Hassan et al., 2021).

Les feuilles de *Moringa* ont été utilisées comme ingrédients fonctionnels dans le développement et la formulation de différents produits alimentaires (Kashyap et al., 2022).

Tableau 9: Utilisations des feuilles de *Moringa oleifera* en tant qu'ingrédient fonctionnel dans les produits alimentaires

Denrées alimentaires	Concentration de feuilles utilisées (%)	Avantage fonctionnel	Composants bioactifs
Snacks	1	Riche en minéraux et en protéines, moins de matières grasses	
Soupe de légumes en poudre	8,5	Durée de conservation plus longue Meilleure qualité nutritionnelle	Protéines, fibres, vitamines D et C et minéraux
Pain	5	Meilleure qualité nutritionnelle avec moins de modifications organoleptiques	Protéines, fibres et minéraux
Biscuits	10-20	Teneur de protéines plus élevée avec des propriétés sensorielles acceptables	
Yaourt	0,5	Qualités sensorielles acceptables	
Crème sure	600, 800 et 1000 ppm	Indice de protéines, d'acidité et de peroxyde plus élevé. Qualité sensorielle acceptable pendant le stockage	
Snacks prêts à consommer	20	Diminution des facteurs anti-nutritionnelles	Composants phénoliques, saponines

Source : Adapté de Kashyap et al. (2022).

Pour ses propriétés nutritionnelles, *Moringa oleifera* est une source d'alimentation extrêmement précieuse pour traiter la malnutrition et prévenir les carences en micronutriments sans modifier les habitudes alimentaires de la population et pourrait représenter une ressource importante notamment pour les pays pauvres (Trigo et al., 2021). En outre, il s'agit d'une plante avec une bonne adaptabilité à différents sols et de climats ayant une propagation facile et des faibles coûts de production. Par conséquent, cette espèce qui reste encore négligée et sous-utilisée a le potentiel de devenir une importante culture polyvalente en Afrique et une ressource industrielle et économique pour le pays (Trigo et al., 2021).

### Contribution à l'emploi

Le *Moringa oleifera* a été introduit comme une nouvelle culture en Afrique du Sud où certains projets orientés par le gouvernement soutiennent la production de *Moringa* dans le but de soulager la malnutrition et consacrent un soutien financier et technique aux agriculteurs de *Moringa*. En 2013, la *Moringa Development Association of South Africa* a été financée pour promouvoir la production, l'utilisation et la commercialisation du *Moringa*. Elle regroupe des agriculteurs, des développeurs de produits et des consommateurs et collabore avec des infrastructures et des organisations de recherche (Mashamaite et al., 2021). Les projets ont commencé par la distribution de quelques graines à chaque participant lors de la réunion de promotion dans le but de faire pousser un arbre dans chaque village ou jardin familial (Kwaambwa et al., 2012). Le résultat de ces projets est que des produits à base de *Moringa* sont disponibles sur le marché. Cependant, toute la chaîne de valeur doit être construite pour assurer la stabilité de la production et des prix, pour former les agriculteurs et les producteurs sur

chaque aspect de la culture et de la production, pour informer les consommateurs sur la valeur nutritionnelle des produits à base de *Moringa* et augmenter leur acceptabilité. Cette approche peut être exportée vers d'autres pays africains.

## Références

- Alidou C, Salifou A, Djossou J, Mazou M, Tchobo FP, Soumanou MM (2016). Roasting effect on anti-nutritional factors of the *Moringa oleifera* leaves. *Int. J. of Adv. Res.* 4, 78-85.
- Dao, M. C. E., & Kabore, K. H. (2015). Morphological characteristic variation of eleven provenances of *Moringa oleifera* seedlings grown in the Northern Sudanese area of Burkina Faso. *African Journal of Plant Science*, 9(10), 401-411.
- Gambo A, Moodley I, Babashani M, Babalola TK, Gqaleni N. (2021). A double-blind, randomized controlled trial to examine the effect of *Moringa oleifera* leaf powder supplementation on the immune status and anthropometric parameters of adult HIV patients on antiretroviral therapy in a resource-limited setting. *PLoS One*. 16, e0261935. doi: 10.1371/journal.pone.0261935
- Ghimire S, Subedi L, Acharya N, Gaire BP. (2021). *Moringa oleifera*: A Tree of Life as a Promising Medicinal Plant for Neurodegenerative Diseases. *J. Agric. Food Chem.* 69, 14358-14371 doi: 10.1021/acs.jafc.1c04581
- Gopalakrishnan L, Doriya K, Kumar DS. (2016). *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness*, 5, 49-56. doi: 10.1016/j.fshw.2016.04.001
- Hassan MA, Xu T, Tian Y, Zhong Y, Ali FAZ, Yang X, Lu B. (2021). Health benefits and phenolic compounds of *Moringa oleifera* leaves: A comprehensive review. *Phytomedicine*. 93, 153771. doi: 10.1016/j.phymed.2021.153771
- Haougui, A., Basso, A., & Maiga, I. M. (2017). Plant-parasitic nematode communities associated with *Moringa* tree (*Moringa oleifera* Lam.) in western Niger. *Journal of Phytopathology and Pest Management*, 28-37.
- Kashyap P, Kumar S, Riar CS, Jindal N, Baniwal P, Guiné RF, Correia PMR, Mehra R, Kumar H. (2022). Recent Advances in Drumstick (*Moringa oleifera*) Leaves Bioactive Compounds: Composition, Health Benefits, Bioaccessibility, and Dietary Applications. *Antioxidants (Basel)*, 11, 402, doi: 10.3390/antiox11020402
- Kwaambwa H, Chimuka L, Kandawa-Schulz M, Munkombwe M, Thwala, JM. (2012). Situational analysis and promotion of the cultivation and utilisation of the *Moringa oleifera* tree in selected sub-Saharan Africa countries. *PROGRESS Multidisciplinary Research Journal*, 2, 9-42.
- Mallenakuppe, R., Homabalegowda, H., Gouri, M. D., Basavaraju, P. S., & Chandrashekharaiyah, U. B. (2015). History, taxonomy and propagation of *Moringa oleifera*—a review. *Crops*, 3(3.28), 3-15.
- Omede A. (2016). Total polyphenolic content and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaf extracts. *Animal Research International* 13, 2454 – 2462.

- Omotesho, K. F., Sola-Ojo, F. E., Fayeye, T. R., Babatunde, R. O., Otunola, G. A., & Aliyu, T. H. (2013). The potential of Moringa tree for poverty alleviation and rural development: Review of evidences on usage and efficacy. *International Journal of Development and Sustainability*, 2(2), 799-813.
- Palada, M. C., & Chang, L. C. (2003). Suggested cultural practices for Moringa. International Cooperators' Guide AVRDC. AVRDC pub, 03-545.
- Popoola JO, Obembe OO. (2013). Local knowledge, use pattern and geographical distribution of *Moringa oleifera* Lam, (Moringaceae) in Nigeria. *J Ethnopharmacol.* 150, 682-91. doi: 10.1016/j.jep.2013.09.043
- Sallau B, Mada SB, Ibrahim S, Ibrahim U. (2012). Effect of boiling, simmering and blanching on the antinutritional content of *Moringa oleifera* leaves. *Int. J. Food Nutr. Saf.* 2, 1–6.
- Sera PR, Diagboya PN, Akpotu SO, Mtunzi, FM, Chokwe TB. (2021). Potential of valourized *Moringa oleifera* seed waste modified with activated carbon for toxic metals decontamination in conventional water treatment. *Bioresource Technology Reports*, 16, 100881. doi: 10.1016/j.biteb.2021.100881
- Sharma K, Kumar M, Waghmare R, Suhag R, Gupta OP, Lorenzo JM, Prakash S, Radha, Rais N, Sampathrajan V, Thappa C, Anitha T, Sayed AAS, Abdel-Wahab BA, Senapathy M, Pandiselvam R, Dey A, Dhumal S, Amarowicz R, Kennedy JF. (2022). Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) polysaccharides: Extraction, characterization, bioactivities, and industrial application. *Int. J. Biol. Macromol.* 11: S0141-8130(22)00745-0. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2022.04.047.
- Trigo C, Castelló ML, Ortol MD, García-Mare FJ, Desamparados Soriano M. (2021). *Moringa oleifera*: An Unknown Crop in Developed Countries with Great Potential for Industry and Adapted to Climate Change, *Foods*, 10, 31. doi: 10.3390/foods10010031
- 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 & Charrondière 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.
- Zongo, U., Savadogo, B., Zoungrana, S. L., Sanou, D., Savadogo, A., Dicko, M. H., & Sababenedyo Traore, A. (2018). Effect of Moringa leaves powder consumption on young children nutritional and serum retinol status in Burkina Faso rural area. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 7(4), 148-154.

## Oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa*)

### Taxonomie, culture et propriétés agronomiques



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

Source :  
[http://www.westafricanplants.senckenberg.de/ro-ot/index.php?page\\_id=14&id=818](http://www.westafricanplants.senckenberg.de/ro-ot/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>15</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>16</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

<sup>15</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>16</sup> <https://eol.org/pages/487306>

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 (sépal) entourant le fruit (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 (Ouangraoua 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 (Ouangraoua et al. 2021).

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

La roselle est largement utilisée au Burkina Faso (Ouangraoua 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 Ouangraoua 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) (Ouangraoua et al. 2021).

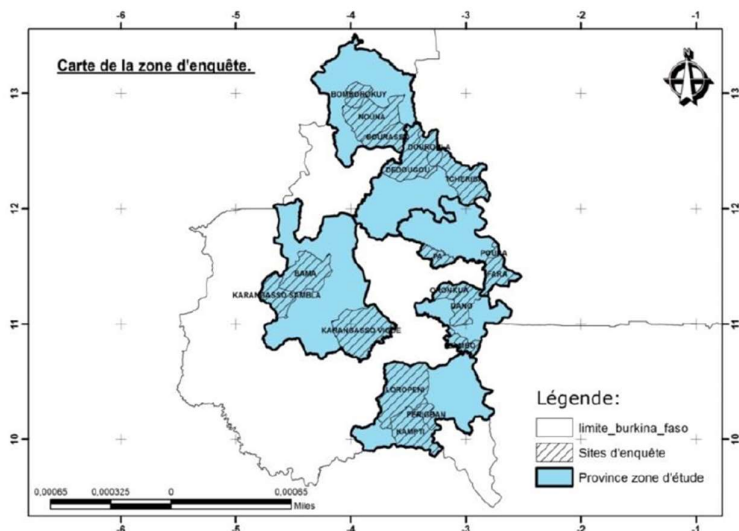


Fig. 1. Zone de l'enquête ethnobotanique

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

Source : Ouangraoua 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 (Ouangraoua 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
		<i>Dakana</i>	Oseille à fruit court avec des épines
		<i>Dâ toroba</i>	Oseille à fruit long
		<i>Dawonnon</i>	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).

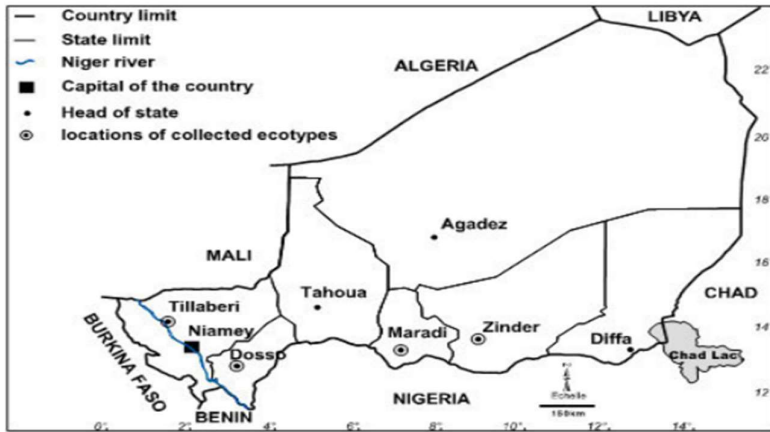


Figure 1. Map of the Republic of Niger and locations where ecotypes of Roselle were collected.

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

Source : Atta et al. (2011).

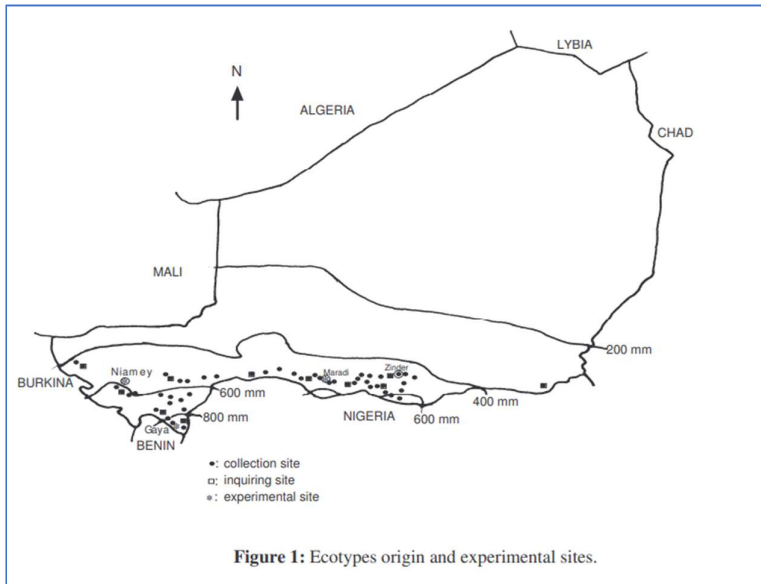


Figure 1: Ecotypes origin and experimental sites.

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 fückeliana*, *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, émoulliente, 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

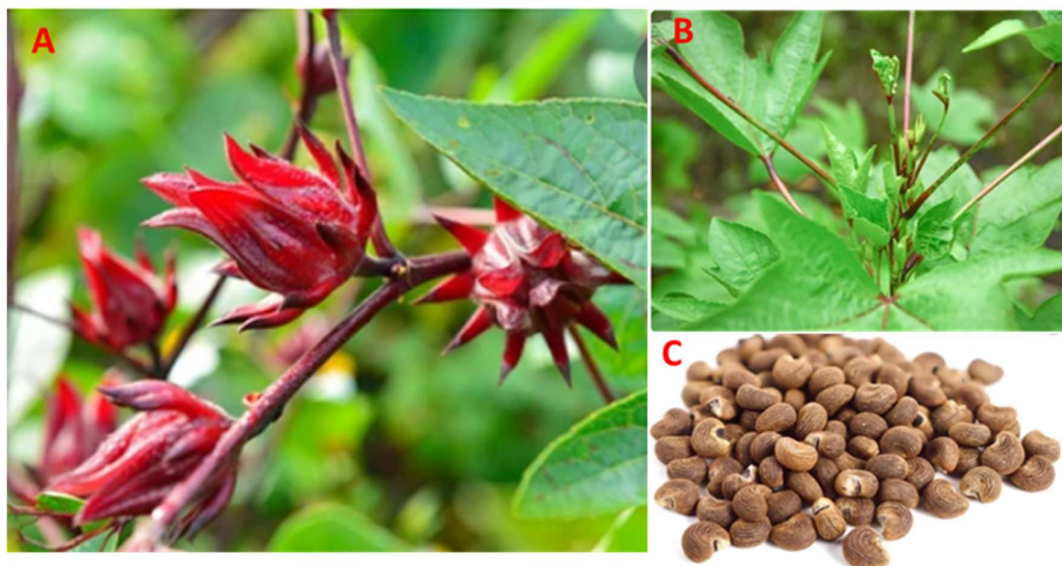


Figure 6 : Hibiscus sabdariffa calices (A), jeunes feuilles (B), graines (C). Source : <https://www.shutterstock.com>

*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</b>	Rétinol	218	208	2

<b>activité rétinol) (mcg)</b>				
<b>Équivalent <math>\beta</math>- 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*

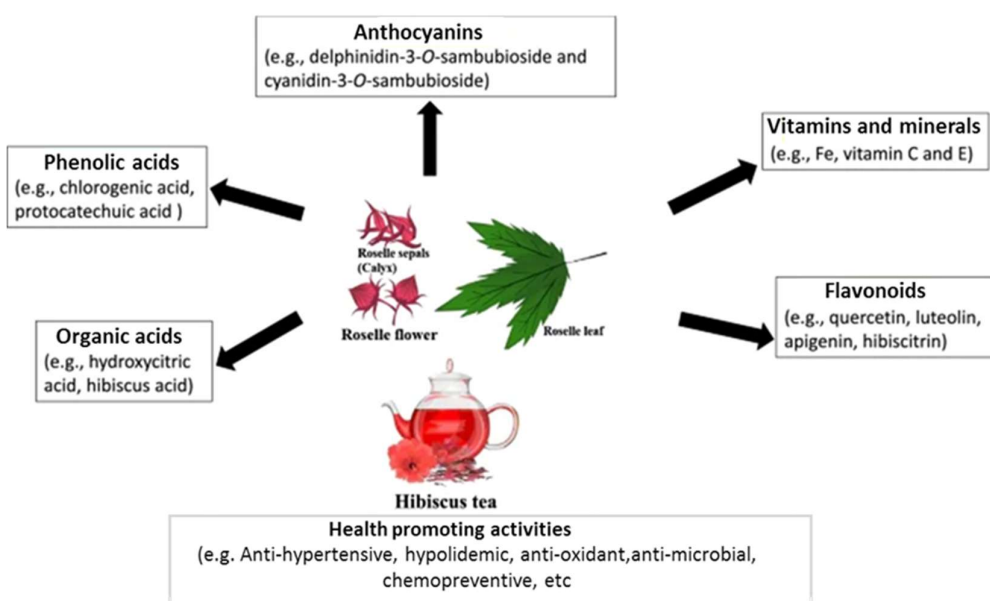


Figure 7 Propriétés fonctionnelles et effets bénéfiques sur la santé de Hibiscus sabdariffa. Source : Adapté de Salem et al (2021).

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 protocatéchuique), 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 (Cissè 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 utilisé 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-vieillesse, 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>17</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**

---

<sup>17</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.

- 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, Ezeanyanaso 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
- 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 Radianc*e, 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

## VIII. Patate douce (*Ipomoea batatas*)

### Taxonomie, culture et propriétés agronomiques



Figure 1. Champ de patate douce au Nigeria.

Source : <https://www.shutterstock.com>

#### 1. Taxonomie

La patate douce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) est une plante dicotylédone qui appartient à la famille des liserons, les *Convolvulaceae*. La patate douce appartient au même genre que les ipomées (*Ipomoea tricolor* Cav.), qui sont des fleurs de jardin couramment cultivées. Parmi environ 50 genres et plus de 1 000 espèces de *Convolvulaceae*, *I. batatas* est la seule plante cultivée d'importance économique majeure, d'autres ne sont utilisés que localement. Beaucoup d'entre eux sont parfois toxiques et ne sont pas destinés à l'alimentation. Dans le genre *Ipomoea*, la patate douce est la seule espèce qui produit de gros tubercules comestibles<sup>18</sup>.

La patate douce est originaire des régions tropicales des Amériques. En Amérique centrale, les patates douces étaient présentes depuis environ 6000 ans. L'origine de *I. batatas* pourrait se situer probablement entre la péninsule du Yucatán au Mexique et l'embouchure du fleuve Orénoque au Venezuela. La patate douce n'est cultivée naturellement nulle part dans le monde, et il s'agit plutôt d'un cultigène. *Ipomoea trifida*, est le parent sauvage le plus proche de la patate douce, qui provient du premier croisement entre un parent tétraploïde et un autre diploïde, suivi d'une duplication complète du génome (Shiotani and Kawase 1989).

Les patates douces, y compris les parents sauvages, représentent une série d'espèces et de sections avec différents niveaux de ploïdie (diploïdes :  $2n = 2x = 30$  chromosomes ; tétraploïdes :  $2n = 4x = 60$  ; hexaploïdes :  $2n = 6x = 90$ ). La recherche génétique et génomique sur la patate douce est confrontée à de nombreux défis tels que la taille et la complexité du génome hexaploïde, le grand nombre de

<sup>18</sup> <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:1101088-2/>

chromosomes extrêmement petits, l'origine polyploïde incertaine, l'auto-incompatibilité et l'incompatibilité croisée, etc. En particulier, l'origine polyploïde de la patate douce a fait l'objet de débats considérables depuis un demi-siècle et reste incertaine malgré la disponibilité croissante des données génomiques (Gao et al. 2020). Les premiers Européens à découvrir les patates douces étaient les membres de l'expédition de Christophe Colomb en 1492. C'est ainsi que la patate douce est arrivée en Europe. La patate douce est mentionnée dans le Receipt Book d'Elinor Fettiplace, compilé en Angleterre en 1604. La date d'arrivée de la patate douce sur le continent africain est cependant inconnue. Des données indiquent que des marchands d'esclaves l'ont introduite dans la région et que depuis son introduction, elle a remplacé la véritable igname (*Dioscorea* sp.) en Afrique tropicale (Davidson 1999).

## 2. Les zones de culture, les cultivars connus et la diversité génétique

### Burkina Faso :

La patate douce est de plus en plus populaire au Burkina Faso où les Burkinabés les appellent « patates ». Au Burkina Faso, les patates douces à chair blanche sont les plus connues (Low et al. 2017). Les principales zones de production se trouvent dans les régions des Cascades, de l'Ouest, du Centre-Ouest, du Sud, du Centre-Sud, du Centre-Est et de l'Est du Burkina Faso (Koussao et al. 2014). Koussoubé et al. (2018) ont listé Gourma, Kéné Dougou, Kouritenga, Nahouri et Sissili comme les principales provinces productrices de patate douce. Les principales zones de production sont situées près des frontières avec le Mali, le Ghana, le Togo et le Bénin, ce qui suggère que d'importants échanges de matériel végétal ont eu lieu entre ces pays voisins (Koussao et al. 2014). Les principales zones de culture de la patate douce au Burkina Faso sont présentées dans la figure 1.

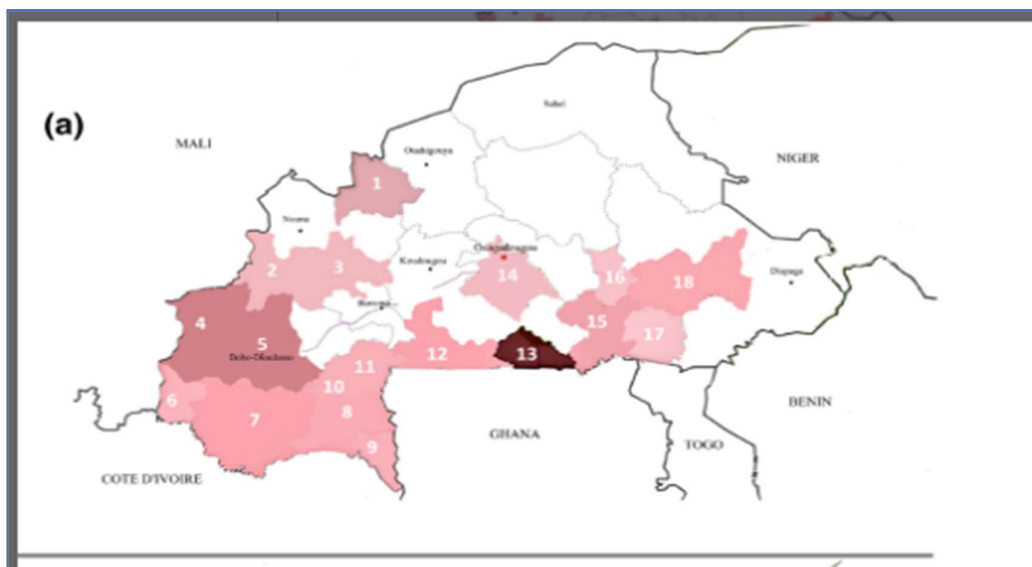


Figure 2. Les principales zones de culture de la patate douce au Burkina Faso. Source : Tibiri et al. (2020).

Il a été signalé que les noms des cultivars diffèrent d'un endroit à l'autre au Burkina Faso. Dans les tableaux 1 et 2, certaines variétés déjà identifiées (Koussao et al. 2014), y compris les variétés locales les plus importantes (selon SASHA), sont mentionnées.

Koussao et al. (2014) ont également analysé la diversité génétique des accessions de patate douce (Figure 2) du Burkina Faso et les ont comparées à leurs caractères morphologiques. Huit caractères phénotypiques ont été utiles pour distinguer les différents cultivars (112 accessions) en champ. Les résultats des analyses morphologiques et génétiques n'ont cependant pas montré de corrélation (avec un indice de dissemblance de 0,95). En se basant sur des approches d'évaluation moléculaire et phénotypique, le germoplasme de la patate douce au Burkina Faso présente une diversité modérée à élevée. En Ouganda, des valeurs modérées de diversité génétique ont également été signalées (Yada et al. 2010). Cependant une faible diversité dans les cultivars de patate douce d'Afrique de l'Est a été observée (Gichuru et al. 2006). Les caractérisations morphologiques et les analyses de diversité génétique sont nécessaires pour la conservation du germoplasme afin de réduire le nombre d'accession par l'identification et l'élimination des doublons et d'améliorer la sélection des cultures. La collecte, la caractérisation et le maintien du germoplasme local peuvent être considérés comme les bases d'amélioration variétale (voir Koussao et al. 2014).

Tableau 1. Les accessions et les variétés de patate douce analysées dans une étude du Burkina Faso

Table 1. List of accessions collected in Burkina Faso and the varieties introduced used for the characterisation.

Code	Name	Site	Number	Code	Name	Site	Number	Code	Name	Site
BF1	Unknown	Koubri	38	BF49	Dagouam	Mantlagogo	75	BF93	Massakoun-Gbeman	Beregadougou
BF2	Unknown	Koubri	39	BF51	Baqre	Tiebele/Tigalo	76	BF94	Unknown	Banfora
BF3	Unknown	Koubri	40	BF52	Unknown	Garango	77	BF95	Wosso-Gbe 2	Sourou
BF4	NangnouNoondo	Koubri	41	BF53	Unknown	Garango	78	BF97	Diabo Local	Diabo
BF7	Unknown	Koubri	42	BF54	Unknown	Garango	79	BF98	Garango	Diabo
BF8	Unknown	Koubri	43	BF55	Unknown	Garango	80	BF99	Sawlyaque	Lo-Lonqo
BF9	Geiwango	Tingandgo	44	BF56	Unknown	Garango	81	BF100	NalougourouNono	Tiebele
BF10	Tiebele	Tingandgo	45	BF57	Unknown	Maoda	82	BF108	Bobo rouge	Reo
BF11	Patale	Tingandgo	46	BF58	Unknown	Maoda	83	BF112	ShiraJaa	Reo
BF12	Saafare	Tingandgo	47	BF59	Nakalbo	Koupela	84	BF114	Dayejopouit	Goundi
BF13	Tiebele	Tingandgo	48	BF60	Unknown	Koupela	85	BF115	Dayepoan	Goundi
BF14	Jaune 2	Kombissiri	49	BF61	Unknown	Koupela	86	BF116	Kokonetioulou	Poun
BF15	Patale	Kombissiri	50	BF62	Unknown	Maoda	87	BF117	Dayebloun	Poun
BF16	Bananbato	Kombissiri	51	BF63	Fandaga	Badara	88	BF119	Dayepoan	Poun
BF17	Saafareblanc	Kombissiri	52	BF64	Wosso	Badara	89	BF120	Dayebloun	Poun
BF18	Saafare rose	Kombissiri	53	BF65	Unknown	Badara	90	BF126	Zimien-botouhin	Mboa
BF19	Jaune 1	Kombissiri	54	BF66	Unknown	Badara	91	BF127	Zipo-kouka	Mboa
BF20	Nayiré	Yale	55	BF67	Unknown	Badara	92	BF128	Zipo-botouhin	Mboa
BF21	Nayiré	Yale	56	BF68	Unknown	Oradara	93	BF129	Zimien-kouka	Mboa
BF23	Nayir-mina	Sagalo	57	BF71	Denbaya	Oradara	94	BF130	Ziro-dodobo	Mboa
BF24	Nayir-vapapao	Sagalo	58	BF72	Fardan-wouleman	Oradara	95	BF131	Nagnou-pla	Komsaya
BF25	Nayir-slan	Sagalo	59	BF74	Wosso-Gbe	Sourou	96	BF132	Nagnou-zié	Komsaya
BF27	Nayir-po	Leo	60	BF75	Djakani	Sourou	97	BF133	Unknown	CREAF
BF32	Kabakourou	Leo	61	BF77	Gambagre	Sikoria	98	BF135	Nankansongo	Loionqo
BF33	Nayir-papao	Sisill	62	BF78	Badara	Sikoria	99	BF136	Nankansongo	Loionqo
BF34	Kabakourou	Sisill	63	BF80	Massako-finq	Sikoria	100	BF137	Iloroponqo	Loionqo
BF35	Nayir-manan	Sisill	64	BF81	Massoko 2	Sikoria	101	BF138	Nayoumoundo-1	Kombissiri
BF36	Nayir-mlan	Sisill	65	BF82	Bagayogo	Sikoria	102	BF139	Nayourmondo-2	Kombissiri
BF38	Unknown	Kombissiri	66	BF83	Massakoun-Gnin	Sitiéna	103	BF140	Djacané	Sarkandlara
BF40	Unknown	Kombissiri	67	BF85	Massakoun 2	Sitiéna	104	BF141	Séqué-Bana	Sarkandlara
BF41	Unknown	Kombissiri	68	BF86	Massakoun-Piaa	Kiribina	105	BF142	Ouagnougul	Gonsin
BF42	Nankan-poupou	Lo	69	BF87	Wosso-Gbe	Banfora	106	BF144	Unknown	Sikoria

732 Afr. J. Biotechnol.

Table 1. Contd.

BF43	Nankan-ponqo	Lo	70	BF88	Fandaqa-Wouie	Banfora	107	BF145	Unknown	Ouagadougou
BF44	Nankan-soungou	Lo	71	BF89	Fandaqa-Gbeman	Banfora	108	TN.LEO	TN.LEO	Introduced
BF45	BinagaNapouni	Mantlagogo	72	BF90	Wosso-Wouie	Banfora	109	CIP-199062-1	CIP 199062-1	Introduced
BF46	Nalougourou	Mantlagogo	73	BF91	Wosso-Wouie	Banfora	110	TIB-440060	TIB	Introduced
BF47	Manga	Mantlagogo	74	BF92	Massakoun-Wouie 2	Beregadougou	111	TIEBELE.2	TIEBELE.2	Tiebele/Tigalo
							112	CIP-440001	Resisto	Introduced

Source : Koussao et al. (2014).

Tableau 2. A) Les plus importantes variétés de patate douce au Burkina Faso

Most important SP landraces in ..country							
Country/ Name of landrace Country	Root yield t/ha	Flesh color	Dry matter (%)	Earl	SPVD	Alt	Remarks
Saafare	15-20	w	25	4	r		Farmer's variety recommended for production
Patate	15-20	w	30	4	r		Farmer's variety recommended for production
Nakalbo	20-25	w	30	4	r		Farmer's variety recommended for production
Tiebele-2	15-20	O	26	4	s		Registered in 2014
Wosso- woule	10-15	w	32	4	r		Farmer's variety recommended for production

Source : Progrès de la sélection de la patate douce au Burkina Faso. SASHA Sweet Potato Action for Security and Health in Africa.

Tableau 2. B) Les variétés les plus importantes de patate douce sélectionnées au Burkina Faso.

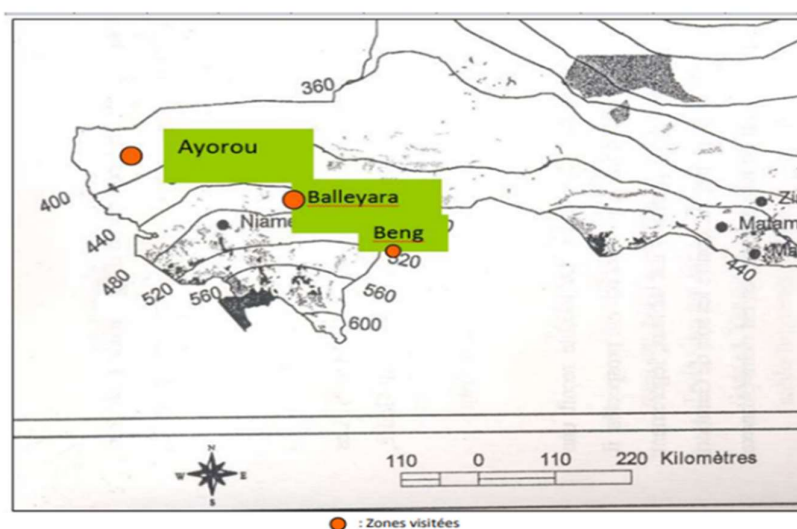
Most important bred SP varieties in ..country							
Country/ Name of variety Country	Root yield t/ha	Flesh color	Dry matter (%)	Early	SPVD	Alt	Remarks
BF80*Tainu ng-2	18.11	lo	20	E	ir	NA	AT
BF92*CIP-6	17.11	o	27	E	ir	NA	AT
BF59*CIP-4	16.78	o	25	E	ir	NA	AT
BF59*CIP-1	13.56	o	27	E	ir	NA	AT
BF59*TIB-6	15.22	o	22	E	ir	NA	AT

Flesh color: White (w), cream (cr), yellow (y), light orange (lo), orange (o),  
Earl (Earliness: Early (E) (about 4 months), late (L) about 5 or more months  
SPVD resistance (r: resistant, s:susceptible)  
Alt (Altenaria blight resistance, r: resistant, s: susceptible)

Source : Progrès de la sélection de la patate douce au Burkina Faso. SASHA Sweet Potato Action for Security and Health in Africa.

**Niger :**

Au Niger, la patate douce est produite essentiellement dans le sud du pays. Dans l'ouest du Niger, les principales régions de production de patate douce sont la zone de Bengou, Balleyara et Ayorou (Harouna Issa et al. 2015). Les sites de culture de la zone de Bengou (Bengou, Kouarategui et Gnakoy Tounga) sont situés dans la vallée de Dallol Foga. La zone de Balleyara est située à 100 km du nord-est de Niamey. Dans la zone d'Ayorou, la patate douce est connue pour se développer à Aliam, Goyoweet et Safane (Harouna Issa et al. 2015). Selon Harouna Issa et al. (2015), une diversité de variétés de patates douces est cultivée au Niger. Cependant, le nombre de variétés cultivées dépend de la région. Dans la Zone d'Ayorou, 8 variétés de patate douce ont été enregistrées, 12 variétés sont dans la Zone de Balleyara et 16 variétés sont dans la Zone de Bengou. 75% de ces variétés cultivées sont des variétés locales (Tableau 3). Aucune information n'a été trouvée sur la diversité génétique des patates douces locales au Niger.



**Figure 1 :** Localisation des zones prospectées dans la bande Ouest du Niger.

Figure 3. Les zones de culture de la patate douce au Niger.

Source : Harouna Issa et al. (2015).

Tableaux 3a. Les variétés locales de patate douce cultivées dans la Zone d'Ayorou et la Zone de Ballayara au Niger

A. HAROUNA ISSA et al. / Int. J. Biol. Chem. Sci. 9(4): 1962-1971, 2015

**Tableau 1** : Variétés de patate douce cultivées dans la zone d'Ayorou.

Appellation locale de la variété	Origine	Avantages	Inconvénients
Daoura	Gothey Mehanna Gana	- La tubercule se forme en profondeur et Produit beaucoup de tubercule - Résiste aux attaques	- tardive
Wata oukou	Nigeria Sindar, Kandadji Maradi Gothey	- Elle est très précoces et tolère les sols pauvres - Les tubercules sont grosses et bon goût	aucun
Dan maradi	BalleyaraBalleyara maradi	- Très précoce (3 à 4 mois) - Produit beaucoup de tubercules	Très vite attaqué par les termites
Gaoudoura	sawani	Très précoce	Difficile à récolté
Galgali	Anzourou	Tubercules se forme en profondeurs	Non précisé
Ana sara koudako	Non précisée	Non précisé	Non précisé
Wata chida	Maradi gao	- Résiste aux attaques	Non précisé
Koudakou tchiré	Dalweye	Hâtive	Faible valeur marchand

**Tableau 2** : Principales variétés de patates douces cultivées dans la zone de Ballayara.

Appellation locale des variétés	Origine	Avantages	Inconvénients
Danbouza	Bouza	- Résistance aux attaques - Très bon goût -Couleurs attirante très blanche - Conservable sur pied	Non précisé
Dan Maradi	Maradi	- Précoce (3 - 5 mois) - Productivité élevé	Non précisé
Tchirontché	Malgarou	RAS	Tardive (5 – 7 mois)
Koudakou tchiré (rouge)	Locale	Précoce (3 – 4 mois)	Faible valeur marchande à cause de sa couleur
Yawo	Tahoua	RAS*	Non précisé
Foko	Bengou	RAS*	Non précisé
Daka	Nigeria	- Précoce (3 mois) - bon goût	Non précisé
Morgorou	Locale	RAS*	Tardive
Seyoma	Locale	Bon goût	Tardive
Haoussa izo	Nigeria	RAS*	Tardive
Dakarita	Nigeria	RAS*	Tardive
Wata oukou	Nigéria	Elle est très précoce et tolère les sols pauvres	Non précisé

1967

Source : Harouna Issa et al. (2015).

Tableaux 3b. Les variétés locales de patate douce cultivées dans la Zone de Bengou au Niger

A. HAROUNA ISSA et al. / Int. J. Biol. Chem. Sci. 9(4): 1962-1971, 2015

**Tableau 3** : Principales variétés de patate douce cultivés dans la zone de Bengou.

Appellation locale des variétés	Origine	Avantages	Inconvénients
Dan kawara	Kawara	Hâtive (3 - 4 mois)	Produit peu
Dan Adama		Hâtive (2 mois)	Non précisé
Dan Maradi	Maradi	Précoce (3 - 5 mois)	Non précisé
Wata Oukou	Nigéria	Elle est très précoce et tolère les sols pauvres	Non précisé
Dakata mini	Nigéria	Résistante	Tardive (7 – 9 mois)
Wassou wassou	Nigeria	Hâtive	Non précisé
Dan galmi	Galmi	Hâtive (3 mois)	Non précisé
Wazin iri	Nigeria	grande feuilles	Non précisé
Dan zamani	Nigeria	A petite feuille	Non précisé
Mai jean Kounné	Nigeria	Meilleure adaptation	Non précisé
Dan tchadi	Tchad	Hâtive	Non précisé
Harin ni	Local	Non précisé	Tardive
Dan isala	Nigéria	Hâtive	Non précisé
Jan iri	Nigéria	Hâtive	Non précisé
Dan bakoulou	Nigeria	Hâtive (3 mois)	Feuilles larges
Dalweysé (rouge)	Dalwey-Tera	Hâtive	Faible valeur marchande
Dan zamani	Kawara	Hâtive	Non précisé

Source : Harouna Issa et al. (2015).

### Tolérance aux stress biotiques et abiotiques

La patate douce est cultivée dans toutes les régions tropicales tempérées chaudes où il y a suffisamment d'eau pour soutenir sa croissance. La culture est sensible à la sécheresse au stade d'initiation du tubercule après 50-60 jours de la plantation (Daryanto et al. 2016). La patate douce n'est pas tolérante à l'engorgement de l'eau, car il peut causer la pourriture des tubercules et réduire la croissance des racines si l'aération est faible. La patate douce ne tolère aucune gelée<sup>19</sup>.

Les principaux problèmes biotiques de la production de patate douce dans le monde sont les charançons de la patate douce et les maladies virales. Les charançons rayés, *Alcidodes* spp. et *Blosyrus* spp., sont très répandus en Afrique de l'Est (Lenné 1991). Par ailleurs, les champignons (foliaire, racinaire et maladies post-récolte), les bactéries (qui provoquent le flétrissement et la pourriture de la vigne), les nématodes et les phytoplasmes affectent la patate douce et entraînent des pertes de rendement (Clark et al. 2015).

Parmi les maladies fongiques qui peuvent affecter la patate douce, au moins 40 agents pathogènes ont été signalés. Les plus fréquentes sont les tâches foliaires et les brûlures des tiges (causées par *Cercospora*, *Alternaria*, *Helminthosporium*), la pourriture des tiges, la rouille blanche et la pourriture de stockage. La maladie de brûlure des tiges et des pétioles causée par *Alternaria bataticola* a été signalée au Kenya, en Ethiopie et en Ouganda. Il a été suggéré que les variétés de patates douces à peau rouge sont plus résistantes à la brûlure des tiges et des pétioles que les variétés à peau blanche (Clark et al. 2015).

<sup>19</sup> <https://eol.org/pages/580962/articles>

**Des maladies bactériennes** de la patate douce ont été observées dans quelques pays comme les Etats-Unis, la Chine et le Japon. La pourriture bactérienne des tiges et des racines, causée par *Dickeya dadantii*, le flétrissement, causé par *Ralstonia solanacearum*, et la pourriture du sol, causée par *Streptomyces ipomoeae*, sont les principales maladies bactériennes signalées (Voir Hegde et al. 2012).

**Les maladies virales de la patate douce :** Plus de 30 virus appartenant à *Badnavirus*, *Begomovirus*, *Carlavirus*, *Caulimovirus*, *Crinivirus*, *Cucumovirus*, *Ipomovirus* et *Potyvirus* peuvent infecter les patates douces dans le monde entier. Les principales maladies virales de la patate douce sont présentées dans le tableau 4. Au Burkina Faso, le SPFMV (virus de la marbrure plumeuse de la patate douce) et le SPCSV (virus du rabougrissement chlorotique de la patate douce) sont généralement impliqués dans une co-infection, ce qui entraîne des symptômes graves décrits, comme la maladie virale de la patate douce (SPVD), causant jusqu'à 90% de pertes du rendement (Tibiri et al. 2019). Les principaux symptômes foliaires des maladies virales sont observés dans la figure 4.

Selon l'étude de Tibiri et al. (2019), la performance du rendement de la patate douce dépend de l'utilisation de matériel de plantation indemne de maladies ou de l'utilisation de variétés résistantes au SPVD comme Ligri ou Djakani au Burkina Faso.

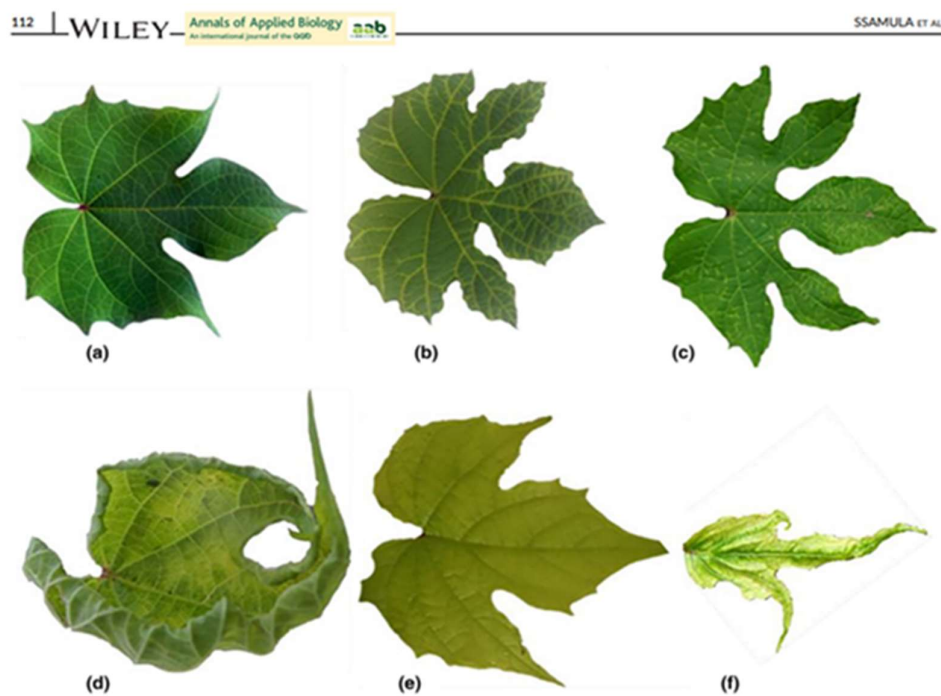


Figure 4 Feuilles d'*Ipomoea setosa* présentant des symptômes communément induits par les virus de la patate douce. (a) Feuille saine d'une plante témoin non infectée ; (b) chlorose des nervures induite par le virus de la marbrure bénigne de la patate douce (SPMMV) ; (c) marbrure plumeuse induite par le virus de la marbrure plumeuse de la patate douce (SPFMV) ; (d) enroulement des feuilles induit par le virus du rabougrissement chlorotique de la patate douce (SPCSV) ; (e) marbrure sévère, réduction de la taille des feuilles et déformation des feuilles dues à la maladie virale de la patate douce (SPVD) induite par une double infection par le SPCSV et le SPFMV. Source : Samula et al. (2021)

Tableau 4. Les principaux virus et certains de leurs vecteurs causant des maladies virales de la patate douce en Afrique. Sources : Hegde et al. (2012), Jones (2021), Ssamala et al. (2021).

### Culture

Agents responsables de maladies virales	Vecteurs	Origine du virus	Facteurs favorisant la propagation de la maladie / distribution
Virus du rabougrissement chlorotique de la patate (SPCSV) *	Aleurodes <i>Bemisia tabaci</i> .	SPCSV et SPFMV ont probablement co-évolué avec la patate douce dans l'un de ses deux centres de domestication en Amérique du centre ou du Sud.	- Le SPCSV et le SPFMV se propagent généralement dans les racines tubéreuses infectées. - Remplacement des variétés locales de patate douce par des cultivars vulnérables à haut rendement.
Virus de marbrure plumeuse induite par le virus de la marbrure plumeuse de la patate douce (SPFMV)*	Espèces de pucerons <i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis gossypii</i>		- Propagation favorisée par l'intensification de l'agriculture pour augmenter la production.
Virus de la marbrure bénigne de la patate douce (SPMMV)	Aleurodes <i>Bemisia tabaci</i>	Le SPMMV se propage à partir d'hôtes sauvages <i>Convolvulaceae</i> en Afrique de l'Est	
Virus du rabougrissement chlorotique de la patate (SPCSV) *			
Maladie virale de la patate douce (SPVD)*	SPCSV et SPFMV		
Virus des taches chlorotiques de la patate douce (SPCFV)			
Virus assimilé au caulimo de la patate douce (SPCLV)			

Au  
Burkina  
Faso, la

productivité de la patate douce en champ reste faible par rapport au potentiel de la culture (Somé et al. 2015). Malgré l'intérêt croissant des producteurs pour la patate douce, peu de résultats existent sur les systèmes de production comme ceux pratiqués par les agriculteurs en vue de la durabilité de leur activité (Ouedraogo et al. 2020). Les grosses racines tubéreuses amylicées et sucrées de la patate douce sont utilisées comme légume-racine. Les racines tubéreuses arrivent à maturité en deux à neuf mois, selon le cultivar et les conditions de culture. Les patates douces fleurissent rarement lorsque la lumière du jour est supérieure à 11 heures. Dans les zones tropicales, la culture peut être maintenue dans le sol et récoltée au besoin pour le commerce ou la consommation à domicile.

La patate douce se développe mieux à une température moyenne de 24 °C, avec un ensoleillement abondant et des nuits chaudes. Des précipitations annuelles de 750 à 1 000 mm sont considérées comme les plus favorables, avec un minimum de 500 mm pendant la période de croissance. Les patates douces sont cultivées sur différents sols, mais les sols bien drainés, à texture légère et moyenne, dont le pH varie entre 4,5 et 7,0, sont les plus propices à la culture (Woolfe 1992, Ramirez 1992, Toungos et al. 2019).

D'après les producteurs, différentes doses de fertilisation sont adoptées au niveau de la plaine selon la pauvreté des sols (Ouedraogo et al. 2020). La patate douce est très sensible à la toxicité de l'aluminium et meurt environ six semaines après la plantation, en absence d'application de chaux dans

ce type de sol (Woolfe 1992, Toungos et al. 2019). Récemment, il a été conclu que l'application de biofertilisants et de nutriments inorganiques améliore nettement les rendements de la patate douce (Mukhongo et al. 2017).

Ces plantes se multiplient principalement par coupes de tiges ou de racines ou par des pousses adventives appelées « boutures » qui poussent à partir des racines tubéreuses pendant le stockage (George et al. 2011). Au Burkina Faso, la période de plantation des patates douces varie selon la saison et les producteurs (Ouedraogo et al. 2020). Les vraies graines ne peuvent être utilisées que pour la reproduction. Étant donné que les patates douces sont plantées par des boutures de vigne plutôt que par des graines, elles sont relativement faciles à cultiver. Parce que les vignes à croissance rapide ombragent les mauvaises herbes, peu de désherbage est nécessaire. Un herbicide couramment utilisé pour débarrasser le sol de toutes les plantes indésirables qui peuvent interférer avec la croissance est le DCPA, également connu sous le nom de Dacthal (Wilson et al. 1977). Comme les patates douces ont peu d'ennemis naturels, les pesticides sont rarement nécessaires ou utilisés (Bashaasha et al. 1995). La rotation des cultures est indiquée comme une méthode de contrôle des principaux ennemis de la patate douce (Koussoubé et al, 2018).

### **Propriétés agronomiques**

En 2019, la production mondiale de patates douces était de 92 millions de tonnes, menée par la Chine avec 56% du total mondial. Les producteurs secondaires étaient le Malawi, le Nigeria et la Tanzanie (FAOSTAT).

Au Burkina Faso, la patate douce est la culture racinaire la plus importante et occupe la troisième place, après les céréales et les légumineuses, parmi toutes les cultures pratiquées (Tibiri et al. 2020). Au Burkina Faso, la patate douce est cultivée sur 5385 ha en 2020 (FAOSTAT). Le rendement était de 119.983 hg/ha en 2020. La production nationale au Burkina Faso est passée de 41.646 tonnes en 2001 à 141.000 tonnes en 2011, soit une multiplication par plus de trois (FAOSTAT). En 2020, la production n'était cependant que la moitié de celle de 2011 (70.010 tonnes, FAOSTAT).

Au Niger, les patates douces ont été cultivées sur 6993 ha en 2020 (FAOSTAT). Le rendement était de 300.106 hg/ha et la production de 209.864 tonnes pour cette même année (FAOSTAT). La production de patate douce a doublé, passant de 29.860 tonnes à 59.284 tonnes au Niger entre 2001 et 2011. La consommation moyenne de patate douce au Niger était de 84 kg/an/habitant (Harouna Issa et al. 2015).

Au Nigeria, la culture de la patate douce a atteint 1.511.243 ha en 2020, avec un rendement de 25.594 hg/ha (données calculées) et une production de 3.867.871 tonnes (FAOSTAT). Ainsi, la patate douce a un haut potentiel au Burkina Faso et au Niger pour devenir une plante cultivée économiquement plus importante.

### **Aspects culturels**

Si d'un côté les interdits alimentaires puissent constituer un obstacle à une alimentation équilibrée, particulièrement pour les femmes en âge de procréer et pour les enfants de moins de cinq ans, de l'autre ils existent pour protéger les parties plus faibles de la population.

Parmi les Zulus en Afrique du Sud, les aliments solides à croquer (frais) comme la patate douce sont interdits pour les enfants à cause de leur digestibilité limitée spécialement par les systèmes digestifs des enfants (Ramulondi et al., 2021).

Au Cameroun, dans les communautés rurales, les hommes ne mangent pas de patate douce. Son goût douceâtre fait que le tubercule soit considéré faible et donc approprié aux enfants et aux femmes. D'autant plus, on croit que sa consommation peut affaiblir les organes reproducteurs masculins et conduire à l'infertilité. Les conséquences adverses qui s'ensuivent de la consommation de la patate douce ne peuvent s'arrêter qu'avec la purification rituelle (Asi et al. 2018).

A côté des croyances traditionnelles, il y a aussi des mythes autour de la patate douce qui peuvent affecter sa demande :

Mythe 1 : La consommation de patate douce ou d'aliments contenant la patate douce cause le diabète. Un régime alimentaire particulièrement riche en certains types de sucres augmente le risque de développer la maladie. Contrairement aux croyances, la patate douce est souvent un aliment recommandé pour les diabétiques étant donné qu'elle contient un faible indice glycémique (IG) par rapport à de nombreux autres féculents. Cela est dû en partie à sa teneur élevée en fibres. Les aliments à faible IG libèrent lentement le glucose dans le sang ; ce qui permet de contrôler le niveau de sucre dans le sang (glucose).

Mythe 2 : Les aliments sucrés comme la patate douce ont des répercussions sur la fertilité de l'homme. Faux. En fait, la vitamine A contenue dans la patate douce à chair orange (PDCO) est importante dans la prévention de la lenteur de mobilité du spermatozoïde. La PDCO est aussi riche en acide folique et en diverses vitamines B aux propriétés antioxydantes indispensable à la protection des spermatozoïdes contre les anomalies chromosomiques. L'apport adéquat en folate est également important pour les femmes pendant la grossesse.

## **Section nutritionnelle**

### **Propriétés nutritionnelles et fonctionnelles**

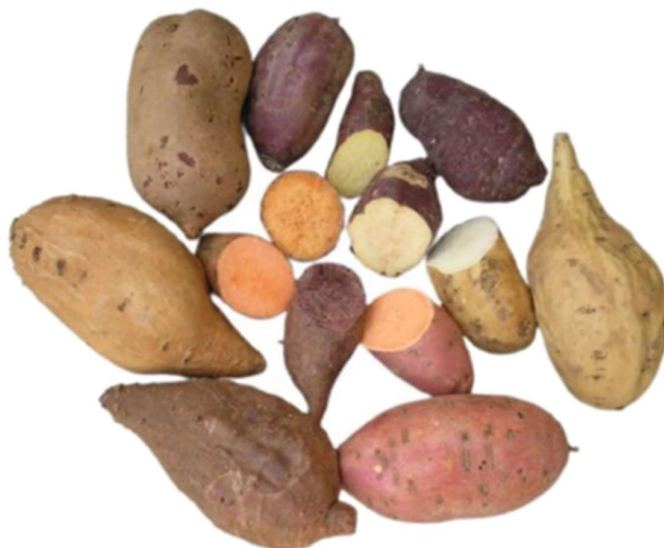


Figure 1 - Différents types de variétés de patates douces avec une couleur de chair variable.

Source : <https://www.potatopro.com>

*Ipomoea batatas* (L.) Lam., communément appelée patate douce, appartient à la famille botanique des *Convolvulaceae*. En 2019, les quatre premiers producteurs mondiaux de patate douce, après la Chine, étaient tous des pays d'Afrique subsaharienne : le Malawi, le Nigéria, la Tanzanie et l'Ouganda. La patate douce est résistante à la sécheresse une fois établie. Elle a donc le potentiel d'améliorer la sécurité alimentaire et nutritionnelle dans l'agriculture pluviale des pays en développement, où les sécheresses pourraient gravement affecter les rendements d'autres produits de base comme les céréales (Amagloh et al., 2021).

Presque toutes les parties de la patate douce (p. ex. la tige, la feuille et la racine) peuvent être consommées et leur composition en éléments nutritifs, bioactifs, non nutritifs et antinutritionnels peut varier. La racine est le plus couramment consommée dans le monde entier ; toutefois, les feuilles de patate douce sont également consommées en Afrique subsaharienne et constituent une excellente source de constituants anthocyaniques et polyphénoliques bioactifs (Islam, 2006).

Toutefois, il faut noter que la composition nutritionnelle peut varier en fonction de différents facteurs, dont le génotype, la maturité, la récolte et la géographie (Alam, 2021).

Les composés bioactifs présents dans les racines et/ou les feuilles de la patate douce auraient des propriétés antioxydantes, anticancéreuses, antidiabétiques, cardioprotectrices, antimicrobiennes, immunitaires et hépato-protectrices (Alam, 2021).

### **Composition nutritionnelle de la patate douce**

La patate douce est riche en protéines et riche en minéraux (magnésium, fer, cuivre, manganèse, calcium, potassium), pauvre en matières grasses et en caroténoïdes ( $\beta$ -carotène - pro-vitamine A - et

lutéine), vitamines (B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, C, E) et fibres alimentaires. Par conséquent, il pourrait être une excellente source de nutriments alimentaires essentiels pour prévenir ou gérer la malnutrition liée à la vitamine A et à d'autres micronutriments. En outre, la patate douce a des propriétés fonctionnelles particulières car elle contient des hydrates de carbone bioactifs, des flavonoïdes, des anthocyanes et des acides phénoliques dans ses feuilles et ses racines (Alam, 2021).

Tableau 1 : Composition chimique des patates douces crues à chair pâle, jaune et orange (g/100 g de portion comestible - PC)

	<b>Patate douce, chair pâle</b>	<b>Patate douce, chair jaune</b>	<b>Patate douce, chair orange</b>
<b>Énergie (kcal)</b>	96	116	91
<b>Énergie (KJ)</b>	406	490	385
<b>Eau (g)</b>	73,7	68,9	74,9
<b>Protéines totales (g)</b>	1,5	1,5	1,0
<b>Lipides totaux (g)</b>	0,2	0,2	0,2
<b>Glucides disponibles (g)</b>	20,5	25,5	19,8
<b>Fibres alimentaire totales (g)</b>	3,0	3,0	3,0
<b>Cendres (g)</b>	1,1	0,9	1,1

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

Tableau 2 : Minéraux (mg/100 g PC) dans les patates douces crues à chair pâle, jaune et orange

	<b>Patate douce, chair pâle</b>	<b>Patate douce, chair jaune</b>	<b>Patate douce, chair orange</b>
<b>Calcium</b>	34	40	54
<b>Fer</b>	1,3	1,9	0,9
<b>Magnésium</b>	18	18	28
<b>Phosphore</b>	39	38	44
<b>Potassium</b>	283	283	288
<b>Sodium</b>	31	20	20
<b>Zinc</b>	0,54	0,54	0,62
<b>Cuivre</b>	0,45	0,26	0,09

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

Tableau 3 : Vitamines (mcg/100 g PC) dans les patates douces crues à chair pâle, jaune et orange

VITAMINES	Composants	Patate douce, chair pâle	Patate douce, chair jaune	Patate douce, chair orange
Vitamine A (équivalent activité rétinol)		5	127	791
Équivalent $\beta$ -carotène		58	1530	9490
Vitamine B <sub>1</sub>	Thiamine	90	90	30
Vitamine B <sub>2</sub>	Riboflavine	40	30	50
Vitamine B <sub>3</sub> (équivalent niacin)	Niacine	900	1100	1300
Vitamine B <sub>6</sub>		100	270	100
Vitamine B <sub>9</sub>	Folate	26	52	11
Vitamine C		22000	31000	31000
Vitamine E (équivalent $\alpha$ -tocophérol)		140	140	140

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

Tableau 4 : Acides gras (g/100 g PC) dans les patates douces crues à chair pâle, jaune et orange

	Patate douce, chair pâle	Patate douce, chair jaune	Patate douce, chair orange
Acides gras saturés totaux	0,06	0,06	0,06
Acides gras monoinsaturés totaux	0,01	0,01	0,00
Acides gras polyinsaturés totaux	0,12	0,10	0,10
Acide linoléique	0,10	0,08	0,08

<b>Acide <math>\alpha</math>-linoléique</b>	0,02	0,01	0,02
---	------	------	------

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

### **Composés antinutritionnels**

Bien qu'elles contiennent des composants bénéfiques, certains éléments antinutritionnels, comme l'acide phytique, les tanins et les oxalates, se retrouvent dans les racines de patate douce des variétés à chair orange foncé, à chair orange, à chair jaune et à chair blanche (Alan et al., 2021). Ces facteurs antinutritionnels limitent la biodisponibilité des minéraux et l'assimilation des protéines.

Tableau 5 : Teneurs en tanins, oxalates solubles et acide phytique (base sèche) des feuilles et des racines de huit variétés de patates douces kenyanes

<b>Variété</b>	<b>Partie de la plante</b>	<b>Couleur de peau</b>	<b>Couleur de chair</b>	<b>Oxalates (mg/100 g)</b>	<b>Tanins (g/100 g)</b>	<b>Acide phytique (g/100 g)</b>
<b>Vitaa</b>	Racines	<b>Violette</b>	Orange	25,58 ± 1,45	0,08 ± 0,01	
	Feuilles	<b>Verte</b>		657,38 ± 112,72	4,53 ± 0,17	
<b>Kabode</b>	Racines	<b>Violette</b>	Orange foncé	793,31 ± 40,03	0,10 ± 0,01	
	Feuilles	<b>Verte</b>		1369,09 ± 81,47	0,87 ± 0,11	
<b>SPK004</b>	Racines	<b>Rouge pourpre</b>	Orange	87,21 ± 1,22	0,05 ± 0,01	
	Feuilles	<b>Verte</b>		827,34 ± 52,59	4,51 ± 0,12	
<b>SPK031</b>	Racines	<b>Violette</b>	Orange	180,98 ± 10,96	0,13 ± 0,02	
	Feuilles	<b>Verte</b>		741,34 ± 87,07	3,57 ± 0,53	
<b>Kenspot 5</b>	Racines	<b>Rouge pourpre</b>	Orange	152,52 ± 23,47	0,07 ± 0,00	
	Feuilles	<b>Verte, veines du dos violacées</b>		687,93 ± 59,77	4,22 ± 0,33	
<b>Kenspot 4</b>	Racines	<b>Rouge pourpre</b>	Orange	235,01 ± 48,73	0,04 ± 0,00	
	Feuilles	<b>Verte</b>		511,62 ± 20,54	4,00 ± 0,39	
<b>Yellowsp</b>	Racines	<b>Crème</b>	Jaune	122,83 ± 6,69	0,07 ± 0,00	

	Feuilles	Verte		1618,71 ± 42,39	2,91 ± 0,14	
<b>Whitesp</b>	Racines	Violette	Blanc	98,62 ± 13,43	0,04 ± 0,00	
	Feuilles	Verte		796,87 ± 9,73	3,84 ± 0,23	
<b>Kabode</b>	Racines	Violette	Orange foncé	217,35 ± 7,60	0,24 ± 0,02	0,85 ± 0,39
	Feuilles	Verte		1820,56 ± 53,45	6,95 ± 0,42	0,58 ± 0,17
<b>SPK031</b>	Racines	Violette	Orange	181,36 ± 4,94	0,28 ± 0,06	0,95 ± 0,37
<b>Whitesp</b>	Feuilles	Verte		1737,20 ± 70,69	7,81 ± 0,99	1,07 ± 0,18
<b>Yellowsp</b>	Racines	Crème	Jaune	223,97 ± 18,39	0,32 ± 0,15	0,56 ± 0,30
	Feuilles	Verte		1347,66 ± 69,84	11,79 ± 0,57	0,55 ± 0,26

Source : Abong et al (2020) et Abong et al. (2021).

Les pratiques de cuisson, comme faire bouillir, peuvent réduire de façon significative la quantité d'antinuutriments présents dans les feuilles et les racines de la patate douce, qui passe de 24 à 76% (Abong et al., 2021). Ainsi, l'utilisation de procédés de transformation comme l'ébullition, la friture, la déshydratation et la fermentation associée à la déshydratation peut rendre les feuilles et les racines des patates douces comestibles en abaissant la teneur en éléments antinutritionnels et il faut absolument encourager leur consommation (Alam, 2021).

### Composition phytochimique

On signale que la patate douce est une source excellente de polyphénols, de terpénoïdes, de saponines, d'alcaloïdes, de stéroïdes et d'autres composants bioactifs fonctionnels. Parmi ceux-ci, les composants bioactifs prédominants sont des composants phénoliques comme les acides phénoliques, les flavonoïdes et les anthocyanes. On trouve habituellement des acides phénoliques et des flavonoïdes dans les patates douces de tous les types de couleur de chair, mais la présence d'anthocyanes est exclusive aux patates douces à chair violette (Alam, 2021).

Tableau 6 : Teneur totale en polyphénols et flavonoïdes des racines et des feuilles de huit variétés de patates douces kényanes (en poids sec) et de la farine d'une variété de patates douces du sud-est du Nigéria (en poids frais)

Variété	Pays	Partie de la plante	Couleur de peau	Couleur de chair	Teneur totale en polyphénols (mg GAE/100 g)	Flavonoïdes (mgCE/100 g)

<b>Vitaa</b>	Kenya	Racines	<b>Violette</b>	Orange	176,72 ± 9,72	12,63 ± 0,00
		Feuilles	<b>Verte</b>		5749,26 ± 574,89	6941,51 ± 211,24
<b>Kabode</b>	Kenya	Racines	<b>Violette</b>	Orange foncé	95,18 ± 8,74	21,81 ± 2,12
		Feuilles	<b>Verte</b>		5842,57 ± 233,69	5975,55 ± 336,12
<b>SPK004</b>	Kenya	Racines	<b>Rouge pourpre</b>	Orange	92,75 ± 2,08	4,21 ± 0,17
		Feuilles	<b>Verte</b>		6432,73 ± 616,53	4097,22 ± 384,84
<b>SPK031</b>	Kenya	Racines	<b>Violette</b>	Orange	223,55 ± 15,16	25,81 ± 2,77
		Feuilles	<b>Verte</b>		4495,93 ± 365,08	4743,15 ± 420,31
<b>Kenspot 5</b>	Kenya	Racines	<b>Rouge pourpre</b>	Orange	139,79 ± 13,94	1,03 ± 0,13
		Feuilles	<b>Verte, veines du dos violacées</b>		6801,09 ± 325,38	7315,83 ± 685,41
<b>Kenspot 4</b>	Kenya	Racines	<b>Rouge pourpre</b>	Orange	103,68 ± 8,00	1,39 ± 0,00
		Feuilles	<b>Verte</b>		6313,33 ± 375,74	6247,64 ± 334,96
<b>Yellowsp</b>	Kenya	Racines	<b>Crème</b>	Jaune	187,42 ± 0,00	12,63 ± 0,00
		Feuilles	<b>Verte</b>		5216,71 ± 0,00	6868,09 ± 0,00
<b>Whitesp</b>	Kenya	Racines	<b>Violette</b>	Blanche	ND	ND
		Feuilles	<b>Verte</b>		5216,71 ± 0,00	6868,09 ± 0,00

					<b>Teneur totale en polyphénols (g GAE/100 g)</b>	<b>Flavonoïdes (mgQE/100 g)</b>
<b>TIS/87/008 7</b>	Sud-est du Nigéria	Farine			0,945 ± 0.03	50.77 ± 0,05

Source : Abong et al. (2020) et Eleazu et Ironua (2013).

Les feuilles de patate douce se sont avérées être une source riche en lutéine, un caroténoïde capable de retarder la dégénérescence maculaire liée à la cécité. La teneur en lutéine varie de 0,38 à 0,54 mg/g de poids frais (Menelaou et al, 2006). Le contenu en bêta-carotène était significativement plus élevé ( $P < 0,05$ ) dans les feuilles (16,43 - 34,47 mg/100 g de poids sec) que dans les racines (non détecté - 11,1 mg/100 g de poids sec) (Abong et al., 2020).

### **Propriétés fonctionnelles et effets bénéfiques pour la santé de la patate douce**

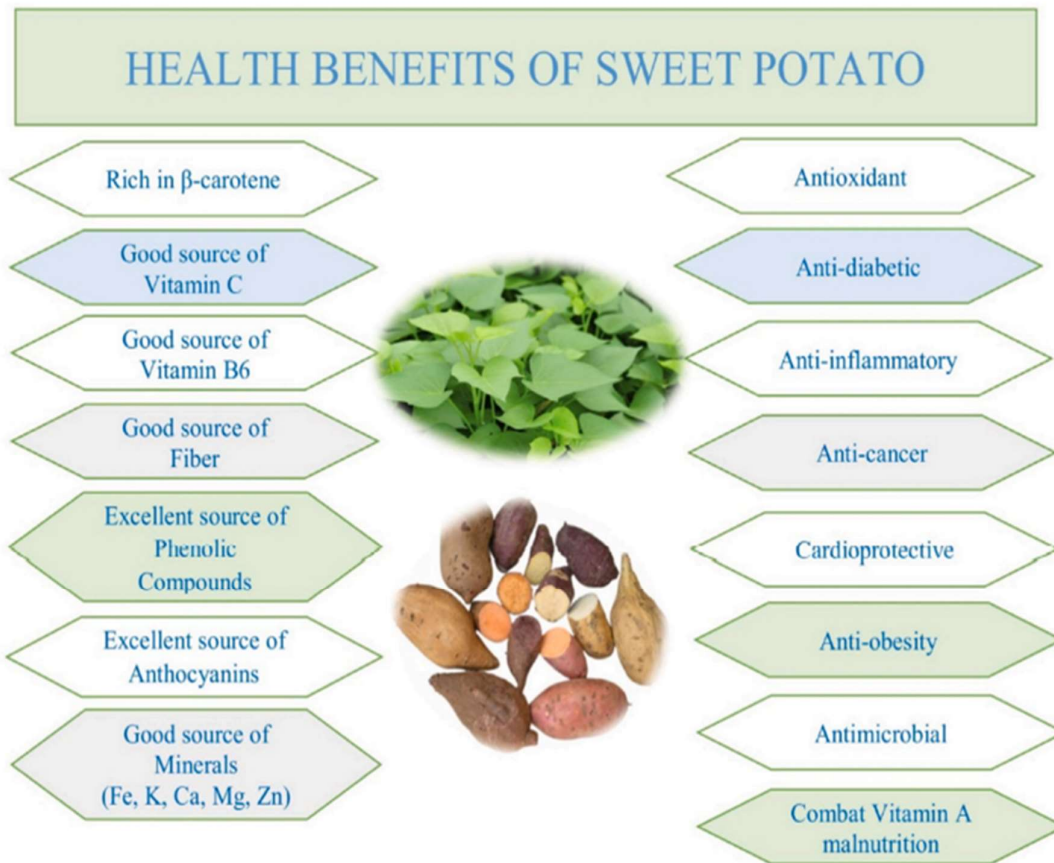


Figure 2 : Propriétés fonctionnelles et effets bénéfiques pour la santé de la patate douce.

Source : Alam (2021)

Les racines de patates douces sont considérées comme un aliment fonctionnel, car elles procurent, en plus des nutriments, d'autres bienfaits physiologiques. Ils sont riches en composants phytochimiques comme les caroténoïdes, les tocophérols, les composants phénoliques, les tanins, les flavonoïdes, les saponines et les anthocyanes, dont les concentrations varient selon la couleur de la chair et la variété. Ces phytochimiques bioactifs, individuellement ou collectivement, ont des activités antioxydantes, cardioprotectrices, antidiabétiques, hépato-protectrices, neuroprotectrices, anti-inflammatoires et antimicrobiennes, ainsi que des propriétés de régulation intestinale et de prévention de la malnutrition en vitamine A. Les effets qui en résultent sont la lutte contre les maladies et le renforcement du système immunitaire, ce qui, en fin de compte, favorise la santé et la longévité (Amagloh et al., 2021).

L'analyse de la composition a révélé que les variétés de patates douces à chair orange constituent une source supérieure de  $\beta$ -carotène, alors que les variétés de patates douces à chair violette présentent d'excellentes teneurs en anthocyanes. Au contraire, les variétés de patates douces à chair blanche ne contiennent pratiquement pas de  $\beta$ -carotène. Par conséquent, les apports alimentaires des patates douces sont fortement recommandés en raison de leurs propriétés bénéfiques indéniables pour la

santé. Elles offrent également des applications potentielles dans les industries alimentaires pour des aliments nouveaux à valeur ajoutée (Alam, 2021).

Tableau 7 : Avantages pour la santé associés à la consommation de patates douces

<b>Bienfait pour la santé</b>	<b>Composé bioactif</b>	<b>Patate douce Couleur de la chair</b>
Capacité antioxydante (piégeage des radicaux libres)	Composés phénoliques, anthocyanes, caroténoïdes, tocophérols, flavonoïdes, acide ascorbique	Blanche, crème, jaune orange, pourpre
Propriétés anticancéreuses (colorectal, vessie, sein, pancréas, poumon, prostate)	Anthocyanes, acide ascorbique, caroténoïdes	Orange, pourpre
Neuroprotection	Acide caféoylquinique, anthocyanines	Pourpre
Réduction de la pression artérielle systolique	Anthocyanes	Pourpre
Hépatoprotecteur (amélioration de la fonction hépatique)	Anthocyanines, composés phénoliques	Blanc, pourpre
Activité antimicrobienne	Composés phénoliques, anthocyanes, flavonoïdes	Blanche, crème, pourpre
Propriétés antidiabétiques (diminution de la glycémie et de la résistance à l'insuline)	Composés phénoliques, fibres alimentaires, amidon résistant	Blanche, crème, orange, violette
Antiobésité	Anthocyanines, fibres alimentaires, amidon résistant	Blanche, pourpre
Propriétés anti-inflammatoires	Anthocyanines, caroténoïdes, fibres alimentaires, acides gras à chaîne courte	Orange, pourpre
Protection cardiovasculaire	Caroténoïdes, fibres alimentaires	Orange

Source : Amagloh et al. (2021).

## Composition nutritionnelle de la patate douce bouillie

La teneur en éléments nutritifs des patates douces est influencée par les procédés de transformation. Les niveaux de vitamine C changent significativement après l'ébullition avec une perte d'environ 70%. Au contraire, les racines bouillies conservent leur teneur en caroténoïdes. De plus, l'ébullition des racines retient les composés phénoliques et les flavonoïdes à plus de 100%. Cela peut s'expliquer par le fait que le processus de chauffage enlève la paroi cellulaire végétale, rendant disponibles des

teneurs intrinsèques élevées, comme l'indique le tableau pour les racines fraîches et bouillies de patates douces du Kenya (Abong et al, 2021).

Une diminution significative de la teneur en oxalates solubles, en tanins et en acide phytique des racines bouillies est également signalée (Abong et al., 2021). En effet, l'ébullition provoque un enlèvement des parois cellulaires conduisant à la lixiviation et à la dégradation des éléments antinutritionnels, améliorant ainsi les valeurs nutritionnelles de ces matrices alimentaires.

Tableau 8 : Facteurs phénoliques, flavonoïdes, antioxydants et antinutritionnels (sur la base du poids sec) dans les racines de trois variétés de patates douces du Kenya en fonction du processus d'ébullition

Cultivar	SPK031		Yellowsp		Kabode	
	<i>Crués</i>	<i>Bouillies</i>	<i>Crués</i>	<i>Bouillies</i>	<i>Crués</i>	<i>Bouillies</i>
<b>Phénoliques (mgGAE/100 g)</b>	152,1 ± 4,1	184,6 ± 11,8	130,6 ± 5,1	200,2 ± 9,9	97,5 ± 7,4	134,7 ± 3,8
<b>Flavonoïdes (mg CE/100 g)</b>	53,1 ± 2,6	78,5 ± 7,9	19,1 ± 1,0	58,8 ± 2,1e	28,8 ± 0,9	55,8 ± 0,7
<b>Propriété antioxydante (mgTE/100 g)</b>	78,8 ± 2,0	36,1 ± 3,2	93,2 ± 9,8	62,2 ± 16,3	37,6 ± 2,1	19,0 ± 1,7

Source : Abong et al. (2021).

Tableau 9 : Facteurs antinutritionnels (sur la base du poids sec) dans les racines de trois variétés de patates douces du Kenya, influencés par le processus d'ébullition

	SPK		YELLOW		Kabode	
	<i>Crués</i>	<i>Bouillies</i>	<i>Crués</i>	<i>Bouillies</i>	<i>Crués</i>	<i>Bouillies</i>
<b>Oxalates (mg/100g)</b>	181,36 ± 4,94	129,83 ± 6,56	223,97 ± 18,39	184,27 ± 17,39	217,35 ± 7,60	164,48 ± 6,49
<b>Tannins (g/100 g)</b>	0,28 ± 0,06	0,20 ± 0,02	0,32 ± 0,15	0,12 ± 0,04	0,24 ± 0,02	0,15 ± 0,00
<b>Acide phytique (g/100 g)</b>	0,95 ± 0,37	0,68 ± 0,34	0,56 ± 0,30	0,25 ± 0,27	0,85 ± 0,39	0,61 ± 0,22

Source : Abong et al (2021).

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

Parmi les pays d’Afrique subsaharienne, la production de patates douces au Burkina et au Niger n’est pas particulièrement importante (Low et al., 2009). Il s’agit principalement d’une culture de subsistance qui tend à devenir la principale culture de base lorsque les cultures traditionnelles, le sorgho, le maïs et le riz, deviennent difficiles à cultiver pour plusieurs raisons (Low et al 2009; Haile et al 2019). Les patates douces sont principalement destinées à la consommation fraîche. Toutefois, la disponibilité du produit est concentrée sur une période limitée de l’année, en particulier dans les régions où le climat ne permet qu’un seul cycle de production. De plus, les racines n’ont pas une longue durée de conservation. Pour contrer le caractère périssable des racines matures, les agriculteurs les stockent sous terre et les récoltent à la pièce à la demande, lorsqu’elles sont destinées à la consommation domestique. Ils peuvent aussi opter pour l’entreposage dans des fosses (Ndanyi et al., 2021).

La plupart des dommages racinaires sont dus à la peau fragile et immature qui peut être durcie en étalant les patates douces au soleil pendant quelques jours après la récolte (Nabubuya et al., 2017). Pendant l’entreposage, la teneur en humidité et les composants nutritifs (amidon, caroténoïdes, vitamine C) diminuent, cette diminution peut être contenue en adoptant une température d’entreposage de 12 à 13°C. Toutefois, l’absence d’installations de stockage dans certains pays africains entrave le développement d’une chaîne de valeur stable (Ndanyi et al., 2021).

La production de farine de patates douces à partir de tubercules appartenant à différents génotypes (caractérisés par des couleurs et des propriétés nutritionnelles différentes) peut représenter une utilisation potentielle de tubercules dépassant la demande locale comme aliment frais. Ils peuvent également être séchés et moulus par des machines ménagères pour être ajoutés à la farine de riz ou de blé pour obtenir des produits de boulangerie (Waidyarathna & Ekanayake, 2021).

La couleur de la chair peut varier du blanc, crème, jaune, orange au violet. Les variétés à chair orange sont promues pour lutter contre la carence en vitamine A. La rétention des caroténoïdes après transformation varie selon les méthodes de transformation. Le taux de rétention le plus élevé (85-90%) a été observé chez les patates douces à chair orange séchées au four ; par contre, le taux de rétention le plus faible (63-73%) a été obtenu lors du séchage au soleil, peut-être en raison de l’effet néfaste de la lumière du soleil sur la stabilité enzymatique des pigments. C’est un facteur important à garder à l’esprit pour préserver la valeur nutritionnelle de la patate douce et, par conséquent, pour aider à faire face à la malnutrition de la population locale. Néanmoins, la teneur résiduelle en caroténoïdes après séchage au soleil est très précieuse pour la production de farine (Vimala et al, 2011).

Outre les utilisations traditionnelles (cuites ou frites) de la patate douce comme aliment pour l’homme, de nombreuses applications de transformation peuvent donner naissance à des produits dérivés capables d’atténuer les conséquences de la saisonnalité et de la périssabilité de la production. De la production simple et domestique de petits morceaux ou tranches séchées à l’ombre, pouvant être conservés pendant plusieurs mois, au jus, à l’amidon et à la farine, voilà les produits les plus polyvalents pour les usages domestiques et industriels (pain, biscuits, gâteaux, etc.) (Bovell-Benjamin, 2007).

La patate douce est également considérée comme un légume feuillu adapté à la nutrition humaine, non seulement en raison de son rendement élevé, de sa tolérance à la sécheresse et de son aptitude à différents climats, mais aussi en raison de sa forte teneur en composés bioactifs utiles pour lutter contre la malnutrition (Nguyen et al 2021).

### Contribution à l'emploi

La patate douce est généralement cultivée sur de petites parcelles par des agriculteurs pauvres (pour cette raison, on l'appelle « la nourriture des pauvres »), mais les femmes prédominent dans sa culture (Low et al 2009). Bien que la patate douce soit réputée pour être une denrée alimentaire pour les pauvres, elle présente certains éléments pour soutenir le potentiel d'accroître sa diffusion en tant que culture de base en Afrique subsaharienne. Pour commencer, sa faible sensibilité aux maladies des plantes et aux conditions climatiques défavorables, contrairement au manioc ou au maïs. Sur le second point, l'existence d'un grand nombre de génotypes, du blanc au jaune en passant par l'orange et le pourpre, riches en composés bioactifs (comme la vitamine A dans la chair d'orange, mais aussi les vitamines B et C et les micronutriments essentiels pour lutter contre la malnutrition). Troisièmement, en plus de garantir la sécurité alimentaire des agriculteurs, la patate douce peut procurer des revenus en mettant sur le marché des racines et des vignes fraîches et en développant des produits à valeur ajoutée grâce à l'introduction de petites chaînes de transformation des aliments. Les propriétés amylacées uniques de ces racines peuvent présenter un intérêt pour les petites entreprises de transformation locales (Low et al, 2009). L'intervention intermédiaire de coopératives ou d'associations permettrait de surmonter l'obstacle réaliste résultant de l'absence d'outils de transformation permettant l'application de certaines techniques de transformation.

### Références

- Abong GO, Muzhingi T, Okoth MW, Ng'ang'a F, Emelda Ochieng P, Mbogo DM, Malavi D, Akhwale M, Ghimire S. (2021). Processing methods affect phytochemical contents in products prepared from orange-fleshed sweetpotato leaves and roots. *Food Sci Nutr*, 9, 1070-1078. DOI: 10.1002/fsn3.2081.
- Abong GO, Muzhingi T, Wandayi Okoth M, Ng'ang'a F, Ochieng' PE, Mahuga Mbogo D, Malavi D, Akhwale M, Ghimire S. (2020). Phytochemicals in Leaves and Roots of Selected Kenyan Orange Fleshed Sweet Potato (OFSP) Varieties. *Int J Food Sci*, 3567972. DOI: 10.1155/2020/3567972.
- Alam MK. (2021). A comprehensive review of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam): Revisiting the associated health benefits. *Trends Food Sci Technol*, 115, 512-529. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.07.001
- Alam MK, Rana ZH, & Islam SN. (2016). Comparison of the proximate composition, total carotenoids and total polyphenol content of nine orange-fleshed sweet potato varieties grown in Bangladesh. *Foods*, 5, 64. DOI: 10.3390/foods5030064.
- Amagloh FC, Yada B, Tumuhimbise GA, Amagloh FK, Kaaya AN. (2021). The Potential of Sweet potato as a Functional Food in Sub-Saharan Africa and Its Implications for Health: A Review. *Molecules*, 26, 2971. DOI: 10.3390/molecules26102971.

Bashaasha B, Mwanga ROM, p'Obwoya CO, Ewell PT 1995. Sweet potato in the farming and food systems of Uganda: A farm survey report. International Potato Center (CIP), Kenya & National Agricultural Research Organization (NARO), Kampala Uganda. pp. 1-68.

Bovell-Benjamin AC. (2007). Sweet potato: a review of its past, present, and future role in human nutrition. *Advances in food and nutrition research*, 52, 1-59. DOI: 10.1016/S1043-4526(06)52001-7.

Clark CA, Ferrin DM, Smith T P, and Holmes GJ, et al. (2015). Disease of sweet potato. Last update: 5/12/15, The American Phytopathological Society (APS). <https://www.apsnet.org/edcenter/resources/commonnames/Pages/Sweetpotato.aspx>

Daryanto S, Wang L, Jacinthe P-A (2016). Drought effects on root and tuber production: A meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 176: 122–131

Davidson, A. (1999). Oxford Companion to Food. New York: Oxford Uni. Press, 912p.

Eleazu CO and Ironua C (2013). Physicochemical composition and antioxidant properties of a sweetpotato variety (*Ipomoea batatas* L.) commercially sold in South Eastern Nigeria. *Afr. j. biotechnol.*, 720–727. DOI: 10.5897/AJB12.2935

Gao M, Soriano SF, Cao Q, Yang X, Lu G, 2020. Hexaploid sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) may not be a true type to either auto- or allopolyploid. *PLoS ONE* 15(3): e0229624. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229624>

George NA, Pecota KV, Bowen BD, Schultheis JR, and Yencho GC (2011). Root piece planting in sweet potato – A synthesis of previous research and directions for the future. Reviews. American Society for Horticultural Science. *Hort Technology*, 21(6), 703-711. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.21.6.703>

Gichuru V, Aritua V, Lubega GW, Edema R, Adipula E, Rubaihayo PR (2006). A preliminary analysis of diversity among East African sweet potato landraces using morphological and simple sequence repeats (SSR) markers. *Acta Hort.* 703:159-164

Haile, B., Gray, C., Azzarri, C., Bandyopadhyay, A., & Kato, E. (2019). Nutrition and food security in Burkina Faso diagnostic overview.

Harouna Issa A, Doumma A, Toufique Bello M (2015). Inventaire des variétés, des méthodes locales de stockage et de protection contre les ravageurs de la patate douce (*Ipomea batatas* L.) dans la bande Ouest du Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(4): 1962-1971. <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i4.21>

Hegde V, Misra RS, Jeeva ML (2012). Sweet potato diseases: diagnosis and management. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 6: 65-78.

Jones, RAC (2021). Global Plant Virus Disease Pandemics and Epidemics. *Plants*, 10, 233. <https://doi.org/10.3390/plants10020233>

Koussao, Somé, et al. (2014). Diversity analysis of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam) germplasm from Burkina Faso using morphological and simple sequence repeats markers. *African Journal of Biotechnology*, 13(6): 729-742.

- Koussoube, S., Traore, F., Some, K., Binso-Dabire, C., & Sanon, A. (2018). Perception paysanne des principales contraintes et pratiques culturelles en production de patate douce au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 126, 12638-12646.
- Laurie SM, Van Jaarsveld PJ, Faber M, Philpott MF, & Labuschagne MT. (2012). Trans- $\beta$ -carotene, selected mineral content and potential nutritional contribution of 12 sweet potato varieties. *J Food Compos Anal*, 27, 151–159. DOI: 10.1016/j.jfca.2012.05.005.
- Lenné JM (1991). Diseases and pests of sweet potato: south-east Asia, the Pacific and East Africa. *NRI Bulletin No. 46*.
- Low, J., Ball, A., Magezi, S., Njoku, J., Mwanga, R., Andrade, M., ... & Van Mourik, T. (2017). Sweet potato development and delivery in sub-Saharan Africa. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 17: 11955-11972.
- Low, J., Lynam, J., Lemaga, B., Crissman, C., Barker, I., Thiele, G., & Andrade, M. (2009). Sweet potato in Sub-Saharan Africa. In *The sweetpotato* (pp. 359-390). Springer, Dordrecht. DOI: 10.1007/978-1-4020-9475-0 16
- Mukhongo RW, Tumuhairwe JB, Ebanyat P, AbdelGadir AH, Thuita M and Masso C (2017). Combined Application of Biofertilizers and Inorganic Nutrients Improves Sweet Potato Yields. *Front. Plant Sci.* 8:219. doi: 10.3389/fpls.2017.00219
- Menelaou E., Kachatryan A., Losso J., Cavalier M. & Bonte D. (2006). Lutein Content in Sweetpotato Leaves. *Horticultural Science (HORTSCI)*, 41, 1269-1271. DOI:10.21273/HORTSCI.41.4.1027C.
- Nabubuya A, Namutebi A, Byaruhanga Y, Narvhus J, Wicklund T. (2017). Influence of development, postharvest handling, and storage conditions on the carbohydrate components of sweetpotato (*Ipomea batatas* Lam.) roots. *Food Science & Nutrition*, 5, 1088-1097. DOI:10.1002/fsn3.496.
- Ndanyi VM, Abong GO, Okoth M, W, Wanjekeche E. (2021). Effect of washing, packaging material and storage period on the quality of sweet potato roots. *East African Journal of Science, Technology and Innovation*, 2 (Special Issue).
- Neela S, Fanta SW. (2019). Review on nutritional composition of orange-fleshed sweet potato and its role in management of vitamin A deficiency. *Food Sci Nutr*, 7, 1920-1945. DOI: 10.1002/fsn3.1063.
- Nguyen HC, Chen CC, Lin KH, Chao PY, Lin HH, Huang MY (2021). Bioactive compounds, antioxidants, and health benefits of sweet potato leaves. *Molecules*, 26, 1820. DOI: 10.3390/molecules26071820.
- Obomeghei AA, Olapade AA, and R Akinoso. (2020). Evaluation of the chemical composition, functional and pasting properties of four varieties of nigerian sweet potato [*Ipomoea batatas* L. (Lam.)] flour. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.*, 20, 15764-15778. DOI: 10.18697/ajfand.91.18405
- Ouedraogo, A. N., Bazongo, P., Traore, K., & Pare, J. L. (2020). Characterization of the Sweet Potato Production System in the Kou Valley in the Western Zone of Burkina Faso. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 6(10), 34–38. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4164187>

- Ramirez G.P. (1992). Cultivation, harvesting and storage of sweet potato products. In: Roots, tubers, plantains, and bananas in animal feeding. pp. 203-215. Fao.org.
- Shiotani I, Kawase T (1989). Genome structure of the sweet potato and hexaploids in *Ipomoea trifida* (H.B.K.) Don. *Japan J Breed*, 39: 57-66.
- Samula A et al. (2020). Factors influencing reversion from virus infection in sweet potato. *Ann. Appl. Biol.*, 176:109–121.
- Somé, K., Ouedraogo, T. J., Belem, J., Asante, K. I., Vernon, G., & Danquah, Y. E. (2015). Breeding sweetpotato for yield and beta-carotene content in Burkina Faso. *Centre Agricultural Bioscience International* 6: 69-78.
- Tibiri, E. B., Pita, J. S., Tiendrébéogo, F., Bangratz, M., Néya, J. B., Brugidou, C., ...& Barro, N. (2020). Characterization of virus species associated with sweetpotato virus diseases in Burkina Faso. *Plant pathology*, 69(6), 1003-1017.
- Toungos MD, Kwaga YM, Zambua BW (2019). Yield maximization of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* [L.] Lam) white vs red cultivars in Yola, Adamawa state of Nigeria. *International Journal of Research - Granthaalayah*, 7(8), 250-257. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3381360>
- 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.
- Vimala, B., Nambisan, B., & Hariprakash, B. (2011). Retention of carotenoids in orange-fleshed sweet potato during processing. *Journal of food science and technology*, 48, 520-524.
- Waidyarathna GNN, Ekanayake S. (2021). Nutrient composition and functional properties: suitability of flour of sweet potatoes (*Ipomea batatas*) for incorporation into food production. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15, 897-908. DOI: 10.4314/ijbcs.v15i3.5.
- Wilson LG, Averre CW, Covington HM 1977. Sweet potato production, handling, curing, storage, and marketing in North Carolina. Editors Cock J, MacIntyre R, Graham M: Proceedings of the Fourth symposium of the international society for tropical root crops. Tropical Root Crops Symposium, CIAT, Cali, Colombia, 1-7 August 1976. pp. 146-150.
- Woolfe JA (1992). Sweet Potato: An untapped food resource. Cambridge, UK: Cambridge University Press and the International Potato Center (CIP). ISBN 9780521402958. Retrieved 31st July, 2019.
- Yada B, Tukamuhabwa PS, Wanjala B, Kim DJ, Skilton RA, Alajo A, Mwanga ROM (2010). Characterization of Ugandan Sweetpotato Germplasm Using Fluorescent Labeled Simple Sequence Repeat Markers. *Hortsci*.45(2):225–230.

## Annexe 1. Liste des participants à la réunion des partenaires à Bari, 10 et 11 novembre 2021

	<b>Prénom et nom</b>	<b>Organisation</b>	<b>Mode de participation</b>
<b>1</b>	Francesca Grazioli	Bioversity International	Présentiel
<b>2</b>	Pasquale De Muro	Università degli Studi Roma Tre	Présentiel
<b>3</b>	Joelle Caimi	Università degli Studi Roma Tre	Présentiel
<b>4</b>	Susanna Rokka	Natural Resources Institute Finland-Luke	Présentiel
<b>5</b>	Veli-Matti Rokka	Natural Resources Institute Finland-Luke	Présentiel
<b>6</b>	Jacques Nanèma	Université Joseph Ki-Zerbo - Burkina Faso	Présentiel
<b>7</b>	Lawali Dambo	Université Abdou Moumouni - Niger	Présentiel
<b>8</b>	Antonio Lo Grieco	CNR Bari - ISPA	Présentiel
<b>9</b>	Lucrezia Sergio	CNR Bari - ISPA	Présentiel
<b>10</b>	Vito Cantore	CNR Bari - ISPA	Présentiel
<b>11</b>	Antonio Moretti	CNR Bari - ISPA	Présentiel
<b>12</b>	Francesca Boari	CNR Bari - ISPA	Présentiel
<b>13</b>	Nicola Calabrese	CNR Bari - ISPA	Présentiel
<b>14</b>	Domenico Pignone	CNR Bari - ISPA	Présentiel
<b>15</b>	Domenico Bruzzone	AICS-Burkina Faso	Présentiel
<b>16</b>	Andrea Ghione	AICS-Burkina Faso	Présentiel
<b>17</b>	Enrico Roggi	AICS-Burkina Faso	Présentiel
<b>18</b>	Andrea Merli	AICS - Firenze	Présentiel
<b>19</b>	Fabiana Fiumanò	AICS - Roma	Présentiel
<b>20</b>	Maurizio Raeli	CIHEAM Bari	Présentiel
<b>21</b>	Biagio Di Terlizzi	CIHEAM Bari	Présentiel
<b>22</b>	Claudio Bigliotti	CIHEAM Bari	Présentiel
<b>23</b>	Hamid El Bilali	CIHEAM Bari	Présentiel
<b>24</b>	Silvia Lecci	CIHEAM Bari	Présentiel
<b>25</b>	Saverio De Santis	CIHEAM Bari	Présentiel
<b>26</b>	Jenny Calabrese	CIHEAM Bari	Présentiel
<b>27</b>	Gianluigi Cardone	CIHEAM Bari	Présentiel
<b>28</b>	Annarita Antonelli	CIHEAM Bari	Présentiel
<b>29</b>	Patrizia Pugliese	CIHEAM Bari	Présentiel
<b>30</b>	Marie Reine Bteich	CIHEAM Bari	Présentiel
<b>31</b>	Roberta Callieris	CIHEAM Bari	Présentiel

	<b>Prénom et nom</b>	<b>Organisation</b>	<b>Mode de participation</b>
<b>32</b>	Ivana Cavoski	CIHEAM Bari	Présentiel
<b>33</b>	Teresa Borelli	Bioversity	Virtuel
<b>34</b>	Eleonora de Falcis	Bioversity	Virtuel
<b>35</b>	Gloria Otieno	Bioversity	Virtuel
<b>36</b>	Abdel Kader Naino Jika	Bioversity	Virtuel
<b>37</b>	Carlo Fadda	Bioversity	Virtuel
<b>38</b>	Valentina Callari	Università degli Studi Roma Tre	Virtuel
<b>39</b>	Samantha Nunziati	Università degli Studi Roma Tre	Virtuel
<b>40</b>	Ouedraogo Narcisse	Afrique Verte Burkina	Virtuel
<b>41</b>	Ali Badara Diawara	Afrique Verte Burkina	Virtuel
<b>42</b>	Bassirou Nouhou	Afrique Verte Niger	Virtuel
<b>43</b>	Haoua Mahamadou Hima	Afrique Verte Niger	Virtuel
<b>44</b>	Marco Platzer	AICS - Roma	Virtuel
<b>45</b>	Pietro Pipi	AICS - Roma	Virtuel
<b>46</b>	Rosa Siciliano	CNR-ISA	Virtuel
<b>47</b>	Gianfranco Mamone	CNR-ISA	Virtuel
<b>48</b>	Romarin Nanema	Université Joseph Ki-Zerbo (Burkina Faso)	Virtuel
<b>49</b>	Yakoubou Bakasso	Université Abdou Moumouni - Niger	Virtuel
<b>50</b>	Maman Maarouhi Inoussa	Université Abdou Moumouni - Niger	Virtuel
<b>51</b>	Hamidou Falalou	ICRISAT - Niger	Virtuel
<b>52</b>	Halima Diadie	Université Abdou Moumouni - Niger	Virtuel
<b>53</b>	Oumarou Allélé Idrissa	Université Abdou Moumouni - Niger	Virtuel
<b>54</b>	Iro Dan Guimbo	Université Abdou Moumouni - Niger	Virtuel
<b>55</b>	Abdoul Karim Toudou	Université Abdou Moumouni - Niger	Virtuel
<b>56</b>	Lassane Yameogo	Université Joseph Ki-Zerbo (Burkina Faso)	Virtuel
<b>57</b>	Imael Henri Nestor Bassole	Université Joseph Ki-Zerbo (Burkina Faso)	Virtuel
<b>58</b>	Fanta Tietiambou	Université Joseph Ki-Zerbo (Burkina Faso)	Virtuel
<b>59</b>	Maddalena Piredda	AICS - Firenze	Virtuel
<b>60</b>	Antoine Ouedraogo	Université Joseph Ki-Zerbo (Burkina Faso)	Virtuel

	<b>Prénom et nom</b>	<b>Organisation</b>	<b>Mode de participation</b>
<b>61</b>	Somda Gilles	Université Joseph Ki-Zerbo (Burkina Faso)	Virtuel

## Annexe 2 : Implication des parties prenantes dans la sélection des sites au Burkina Faso

Région	Département	Village	Raisons du choix	Proposé par qui (partenaire, cas échéant)	Quelles sont les associations/partenaires sur le terrain pour une collaboration	Groupes/organisations travaillant sur quelle NUS
Centre Ouest	Kokologho	Nidaga	- Sécurité - Non Loin de Ouaga - Zone agricole critique	OUEDRAOGO/ SEBGO Servienne  (Direction Provinciale de l'Agriculture)	A vérifier	A vérifier
	Kokologho	Ménéga				A vérifier
	Pella	Pelbilen				A vérifier
	Pella	Pella				A vérifier
Plateau Central	Ziniaré	Kolgondissé	- Sécurité - Non Loin de Ouaga - Zone agricole critique - Présence de partenaires	KABORE Michel  (Direction Provinciale de l'Agriculture)	A vérifier	A vérifier
	Ziniaré	Songpélé				A vérifier
	Loumbila	Loumbila		Coopération Italienne et UJKZ	ACRA TAMAT	A vérifier
Centre Sud	Saponé	Godin	- Sécurité - Non Loin de Ouaga - Zone agricole critique	WAONGO Lucienne  (Direction Provinciale de l'Agriculture)	A vérifier	A vérifier
	Kombissiri	Goudren				A vérifier
Centre	Koubri	Koubri	- Sécurité	Coopération Italienne et UJKZ	A vérifier	A vérifier

<b>Région</b>	<b>Département</b>	<b>Village</b>	<b>Raisons du choix</b>	<b>Proposé par qui (partenaire, cas échéant)</b>	<b>Quelles sont les associations/partenaires sur le terrain pour une collaboration</b>	<b>Groupes/organisations travaillant sur quelle NUS</b>
	Pabré	Pabré	-Non Loin de Ouaga -Zone agricole critique -Présence de partenaires		A vérifier	A vérifier

## Annexe 3 : Implication des parties prenantes dans la sélection des sites au Niger

Région	Département	Village	Raisons du choix	Proposé par qui (partenaire, cas échéant)	Quelles sont les associations/partenaires sur le terrain pour une collaboration	Groupes/organisations travaillant sur quelle NUS
Région de Dosso	Département de Boboye	Kiota (com. Kiota)	Enjeux sécuritaires  Distance de Niamey  Présence de partenaires  Gradient pluviométrique	RECA  Confédération des coopératives paysannes horticoles du Niger (CCPHN)	CCPHN  FCMN Niya  ADL  Plate Forme Paysanne du Niger (PFPN)  RECA (CRA Dosso)  HUSAA SA (Entreprise semencière privée basée à Dosso)  ALHERI (Entreprise semencière privée basée à Doutchi)  La Coopération luxembourgeoise  La Coopération Suisse  Moriben	PROMAP (projet GIZ) : Moringa, gombo
		Harikanassou (com. Harikanassou)		RECA  Confédération des coopératives paysannes horticoles du Niger (CCPHN)	CCPHN  FCMN Niya  SWISSAID  PFPN  RECA (CRA Dosso)	SWISSAID (Moringa, Vouandzou)  Moriben : maraichage

					<p>HUSAA SA (Entreprise semencière privée basée à Dosso)</p> <p>ALHERI (Entreprise semencière privée basée à Douchi)</p> <p>La Coopération luxembourgeoise</p> <p>La Coopération Suisse</p>	
		Kankandi (com. Kankandi)		<p>RECA</p> <p>Confédération des coopératives paysannes horticoles du Niger (CCPHN)</p> <p>FIDA</p>	<p>CCPHN</p> <p>FCMN Niya</p> <p>SWISSAID</p> <p>PFPN</p> <p>RECA (CRA Dosso)</p> <p>HUSAA SA (Entreprise semencière privée basée à Dosso)</p> <p>ALHERI (Entreprise semencière privée basée à Douchi)</p> <p>La Coopération luxembourgeoise</p> <p>La Coopération Suisse</p>	<p>SWISSAID (Moringa, Vouandzou)</p> <p>PROMAP (projet GIZ) : Moringa, gombo</p>
		Boulal Gaouri Zarma (com. NGonga)		<p>RECA</p> <p>FIDA</p>	<p>CCPHN</p> <p>FCMN Niya</p> <p>SWISSAID</p> <p>PFPN</p>	<p>SWISSAID (Moringa, Vouandzou)</p> <p>PROMAP (projet GIZ) : Moringa, gombo</p>

					<p>RECA (CRA Dosso)</p> <p>HUSAA SA (Entreprise semencière privée basée à Dosso)</p> <p>ALHERI (Entreprise semencière privée basée à Doutchi)</p> <p>FIDA (Projet PRECIS Niger)</p> <p>La Coopération luxembourgeoise</p> <p>La Coopération Suisse</p>	
		Koren Kassa Zarma (com. Birni)		<p>RECA</p> <p>FIDA</p>	<p>CCPHN</p> <p>PFPN</p> <p>RECA (CRA Dosso)</p> <p>HUSAA SA (Entreprise semencière privée basée à Dosso)</p> <p>ALHERI (Entreprise semencière privée basée à Doutchi)</p> <p>FIDA (Projet PRECIS Niger)</p> <p>La Coopération luxembourgeoise</p> <p>La Coopération Suisse</p>	
	Département de Loga	Falwel (com. Falwel)		RECA	<p>CCPHN</p> <p>FCMN Niya</p>	Moriben/SWISSA ID (Moringa, Vouandzou)

					<p>Moriben</p> <p>PFPN</p> <p>RECA (CRA Dosso)</p> <p>HUSAA SA (Entreprise semencière privée basée à Dosso)</p> <p>ALHERI (Entreprise semencière privée basée à Doutchi)</p> <p>La Coopération luxembourgeoise La Coopération Suisse RAIL</p>	<p>Rail</p> <p>Union Madéban (moringa, gombo<sup>20</sup>)</p> <p>Luxdev (Moringa)</p> <p>CRA à travers les fonds FUSAN maraichage : exemple moringa et gombo</p>
<b>Région de Tillabéri</b>	Département de Say	Sadoré (com. Youri)	Enjeux sécuritaires Distance de Niamey	ICRISAT	PFPN RECA	
	Département de Kollo	Liboré (com. Liboré)	Présence de partenaires Gradient pluviométrique	UAM	PROMAP (projet GIZ) Moriben BENABEL FCMN Niya PFPN Raya Karkara	PromAP : petite irrigation (moringa, gombo) ONG ADL PROARID LIBO
<b>Ville de Niamey</b>	Ville de Niamey	Site UAM (Rive droite, Arrondissement)	Enjeux sécuritaires Distance de Niamey	UAM		

<sup>20</sup> NB : 12 ha aménagé par PACRC mais ne fonctionne pas car il y'a un problème sérieux d'eau les puits sont profond

		Communal Niamey 5)	Présence de partenaires Gradient pluviométrique			
	Ville de Niamey	Site de Goudel (Rive gauche, Arrondissement Communal Niamey 1)		UAM	FCMN Niya Moribeen	