DOCUMENT DE RECHERCHE

POTENTIALITÉ DE L'AMARANTE (AMARANTHUS SPP) EN TANT QUE CULTURE STRATÉGIQUE POUR L'AMÉLIORATION DE LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE, DE LA SANTÉ HUMAINE ET DE LA DURABILITÉ AGRICOLE : UNE SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE



© Cameroonian Association for Safeguarding Forgotten Crops (CA4SFC)

Novembre 2026

Auteurs

Boris Metsagho Mekontcho
Docteur/Ph.D en Science Politique
Co-fondateur et responsable des programmes, de la mobilisation des ressources et des partenariats

Faraja Ciringa Albert
Docteur/Ph.D en Science Politique
Chargé de recherche

Yemo Ngouegni Yoganie
M.Sc. en Biotechnologie végétale
Co-fondatrice et Directrice exécutive de la CA4SFC

RESUME

La sécurité alimentaire et nutritionnelle demeure un défi majeur dans les pays pauvres d'Afrique subsaharienne, et les aliments durables sont très demandés. Convaincu de l'importance d'une alimentation durable et intelligente pour l'avenir, les légumes traditionnels négligés et sous-utilisés comme l'amarante constituent le meilleur choix pour une population en pleine expansion. Compte tenu de l'urgence de la sécurité alimentaire et de la valeur ajoutée pour l'objectif de développement durable n°2 : « Faim zéro » d'ici 2030, cette synthèse bibliographique dresse un panorama du potentiel de l'amarante, en mettant en lumière sa haute valeur nutritionnelle, son potentiel diététique, sa résilience et son adaptabilité au changement climatique, son potentiel économique et sa valeur culturelle. Sur le plan méthodologique, cette revue de littérature synthétise les données d'études évaluées par les pairs, et celles provenant des études menées par les Instituts de recherche, afin de mettre en lumière les multiples rôles de l'amarante et ses applications potentielles. Globalement, la recherche souligne la résilience, l'adaptabilité et le potentiel nutritionnel et thérapeutique de l'amarante, la positionnant comme une culture précieuse pour lutter contre la faim et la malnutrition, la promotion de l'agriculture durable et les interventions en santé mondiale. Ce rapport sert non seulement de ressource pour les consommateurs, les chercheurs, les décideurs politiques et les chefs de file de l'industrie agroalimentaire locale, mais fournit également des informations exploitables pour intégrer l'amarante afin de promouvoir des systèmes alimentaires plus diversifiés, durables et résilients.

Mots clés : Amaranthus (spp.), culture stratégique, sécurité alimentaire et nutritionnelle, santé humaine, durabilité agricole, résilience climatique, autonomisation des communautés rurales.

INTRODUCTION GENERALE

La sécurité alimentaire demeure un défi majeur dans les pays en développement, et les aliments durables sont très demandés. Les systèmes agricoles actuels sont confrontés à deux problèmes majeurs : la concentration sur quelques cultures de base, qui entraîne des régimes alimentaires déséquilibrés et, à terme, la malnutrition ; et une production agricole conventionnelle (courante) suivant un modèle à intrants élevés et à rendement élevé, qui rend l'agriculture plus vulnérable aux chocs environnementaux. La dépendance à l'égard de quelques cultures de base constitue une menace pour la sécurité alimentaire, en particulier dans le contexte du changement climatique : les variations de température et de pluviométrie perturbent les systèmes agricoles conventionnels qui nécessitent des conditions relativement uniformes.

Face à ces défis, les espèces négligées et sous-utilisées (NUS) comme l'amarante offrent des solutions prometteuses. Malgré son surnom de « culture du pauvre », l'amarante se distingue par sa résilience et sa polyvalence. Elle prospère sur des sols pauvres, supporte des conditions climatiques extrêmes et résiste aux ravageurs, ce qui en fait une culture durable et économiquement viable pour les exploitants agricoles aux ressources limitées (Pulvento, 2022). L'amarante surpasse les cultures de base traditionnelles comme le maïs et le blé dans des conditions de sols médiocres et une utilisation efficace de l'eau en raison de sa voie photosynthétique C4, de son système racinaire étendu et de sa résistance aux ravageurs (Gichana et al., 2019). Sa diversité génétique offre de nouvelles opportunités pour la sélection de variétés adaptées aux facteurs de stress induits par le changement climatique (Sammour et al., 2012). Sur le plan nutritionnel, l'amarante est exceptionnelle. Riche en protéines, en fibres, en minéraux essentiels (calcium, magnésium, potassium et phosphore) et en vitamines A, C et E, elle est une protéine complète contenant tous les acides aminés nécessaires, notamment la lysine, ce qui la distingue des autres

céréales (Zhang et al., 2022). Cette densité nutritionnelle fait de l'amarante une source alimentaire abordable et précieuse, notamment pour les populations confrontées à une malnutrition protéino-énergétique et à des carences en micronutriments (Yadav et Yadav, 2024). Cependant, la culture de l'amarante étant très négligée dans la plupart des pays d'Afrique comme le Cameroun, son impact sur la réduction de l'insécurité nutritionnelle reste sous-exploité en raison d'une méconnaissance de son potentiel et de sa perception sociale comme « légume du pauvre », d'un manque d'informations sur les espèces les plus couramment cultivées, d'un défaut de sensibilisation, de variétés améliorées et de développement du marché.

Le présent document issu d'une synthèse bibliographique de divers travaux scientifiques fournit en détail des données sur le potentiel de l'amarante pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle, ses bienfaits thérapeutiques, ses qualités d'adaptabilité climatique et son potentiel à contribuer à une agriculture durable et à améliorer les moyens de subsistance des communautés rurales. Ce document constitue une ressource précieuse pour les consommateurs, les décideurs politiques et les chercheurs, fournissant des éclairages susceptibles d'éclairer les décisions politiques et d'inspirer les recherches sur les espèces d'amarante au Cameroun.

Sur le plan méthodologique, le présent travail est basé sur une méthode documentaire. En mai et juin 2025, nous avons mené une recherche documentaire approfondie dans les bases de données Scopus (Science Direct, Taylor et Francis, Wiley, Springer Nature, etc.), PubMed, Web of Science, Google Scholar. Le cadre PRISMA a servi de base au lancement de la revue systématique et l'analyse connexe des articles de revue à comité de lecture sur le genre Amaranthus (spp.). Les mots clés « Amaranthus spp. », « Neglected Species », « Amaranthus and food security / nutrition security », « Amaranthus and climate-resilient", "Amaranthus and health", "Amaranthus and Sustainable agriculture", etc. La base de données a été interrogée pour identifier les articles scientifiques portant sur les avantages

multidimensionnels de l’amarante publiés entre 2000 et 2025. Des thèses, mémoires de recherche, des rapports du secteur public national, d’organisations internationales et du secteur privé portant sur l’amarante ont été consultés. Les résultats de la synthèse bibliographique montrent que l’amarante peut contribuer positivement à l’objectif de développement durable « Faim zéro ». Elle présente des avantages multidimensionnels : nutritionnels et sanitaires, résilience climatique, économiques et culturels.

Le document est organisé en six axes. Le premier axe présente quelques généralités sur l’amarante à savoir son origine et la diversité des espèces cultivées dans le monde. Le deuxième analyse la valeur socionutritionelle de l’amarante essentielle pour l’alimentation humaine. Le troisième présente les propriétés thérapeutiques et les bienfaits pour la santé. Le quatrième axe souligne le potentiel de résilience de l’amarante face aux défis climatiques, mettant en valeur son adaptabilité aux environnements difficiles et sa contribution à l’agriculture durable. La cinquième articulation met en évidence son potentiel économique. Enfin, la sixième expose l'importance culturelle et les utilisations traditionnelles de l'amarante à travers le monde.

I. GENERALITES SUR L'AMARANTE, BOTANIQUE ET DIVERSITE TAXONOMIQUE

Cette partie explore d'abord les origines historiques et géographiques de la domestication de l'amarante (A), puis examine la diversité des espèces du genre Amaranthus, en distinguant l'amarante-grain de l'amarante-légume (B), avant de dresser l'inventaire des composés anti-nutritionnels et des techniques physiques et chimiques de détoxification (C).

A. ORIGINES HISTORIQUES DE L'AMARANTE

Les amarantes sont des plantes annuelles connues également sous le nom d'épinard africain ou indien appartenant à la classe des Magnoliopsida, de la famille des Amarantacées, de l'ordre des Caryophyllales et au genre Amaranthus (Brien and Price, 2008). Étymologiquement, le mot Amaranthus vient du latin « amarantos » (Stevels, 1990). Sa généalogie remonte à plusieurs siècles avant J-C. Cependant, son origine et l'époque de sa domestication, diffèrent selon les auteurs. Condolle (1883) a supposé que l'Inde soit l'origine primaire de l'amarante du fait que dans le passé la culture de l'amarante « céréale » était très importante dans ce subcontinent. Quant à Sauer (1967), l'Amérique Tropicale est le centre d'origine principale de l'amarante du fait que le plus grand nombre d'espèces existe dans cette région. Dans les années 1983, O'brien et Price (1983) ont montré que les espèces d'amarantes ont été les premières céréales à avoir été cultivées dans les pays comme le Mexique, le Guatemala et les Andes. Kauffman et Weber (1990) ont noté qu'en Amérique, la culture de l'amarante par les Aztèques remonte à 5000 - 7000 ans. Et au cours du dix-huitième siècle, l'amarante s'est propagée partout dans le monde et s'est établie pour l'utilisation alimentaire (les grains ou feuilles) dans des endroits tels que l'Afrique, l'Inde et le Népal. À l'époque de la conquête espagnole, la culture de l'amarante-graine fut supprimée en raison de son usage profondément ancré dans les pratiques religieuses indigènes. Dans de nombreuses régions à climat chaud et humide de l'Asie

subtropicale, et d'Afrique les amarantes sont cultivées comme un légume-feuille (Grubben, 1975). De nombreux noms populaires de l'amarante dans les régions tropicales attestent sa grande répartition : épinard de Chine, amarante de Soudan, African spinach, India spinach, Brède de Malabar, Ceylon spinach. Elle est cultivée comme légume dans de nombreux pays de l'Afrique de l'Ouest (Sierra Leone, Ghana, Bénin, Nigeria et le Burkina), et Afrique centrale (Cameroun, République démocratique du Congo), et en Afrique de l'Est (Kenya, Ouganda) (Ba et Banazaro, 2022).

B. LES ESPÈCES DU GENRE AMARANTHUS

Selon la recherche, la classification des espèces d'Amaranthus pose un défi, en raison des similitudes morphologiques critiques, de la variabilité phénotypique, et des croisements qui entrainent des troubles de nomenclature. Cependant, le genre Amaranthus appartient à l'ordre des Caryophyllales, à la famille des Amaranthaceae et à la sous-famille des Amaranthoideae. Il comprend des herbes annuelles ramifiées d'environ 60 à 70 espèces différentes à travers le monde, dont dix sont dioïques (ce qui implique que les fleurs mâles sont sur une plante et les fleurs femelles sur une autre plante). Tandis que les autres sont monoïques (les fleurs mâles et femelles se trouvent sur une seule plante). On trouve différentes couleurs d'Amaranthus allant du doré au rouge, en passant par le vert et le violet.

Les espèces d'amarante sont cultivées dans de nombreuses régions du monde pour leurs feuilles et leurs graines comestibles, qui constituent les deux principales catégories. Les trois espèces d'amarante cultivées dans le monde pour leurs céréales sont principalement A. cruentus, A. caudatus et A. hypochondriacus (Trucco et Tranel, 2011). Inversement, cela ne signifie pas que leurs feuilles et leurs tiges ne sont pas consommées. Elles sont consommées lorsqu'elles sont encore tendres. A. cruentus compte parmi les cultures à haute teneur en protéines contenant des acides aminés essentiels, notamment la méthionine et la cystéine (Aderibigbe et al., 2020 ; Martínez-

Núñez, 2019). La farine de ses graines est ajoutée à d'autres céréales pour préparer des collations saines et des aliments complémentaires (Aderibigbe et al., 2020 ; Qumbis et al., 2020).

Les espèces telles que A. tricolor, A. dubius, A. spinosus et A. viridis sont celles principalement cultivées comme légumes-feuilles (Ebert et al., 2011 ; Ba et Banazaro, 2022 ; Ouédraogo et al., 2021). Les feuilles d'amarante sont préparées et consommées dans de nombreux pays au monde comme plat de légumes ou comme ingrédient dans une sauce (Aderibigbe et al., 2020). Les tiges et les feuilles tendres peuvent être cuites à la vapeur ou sautées et servies en accompagnement. On peut également les cuisiner avec des viandes et des poissons variés dans diverses huiles, comme l'huile d'arachide et l'huile de palme (Aderibigbe et al., 2020).

TABLEAU N° 1 : Principales espèces d'amarante cultivées dans le monde

Nom Latin	Nom vernaculaire	Origine	Consommation	Région consommé
A. blitum (Syn. lividus)	Amarante livide, A. blette, Brède Malabar	Région méditerranéenne et Europe centrale	Feuilles	Inde, Afrique de l'est/centrale, Réunion, Grèce
A. caudatus	Amarante queue de renard, A. caudée	De l'Équateur au nord-ouest d'Argentine	Grains, feuilles et ornement	Équateur, Pérou, Bolivie, Amérique centrale
A. cruentus	Amarante étalée, A. couleur de sang, Brède de Malabar	Du Mexique au Nicaragua	Grains, feuilles, ornementale	Afrique, Asie du Sud (Feuilles) ; Amérique, Inde (Grains)
A. dubius	Brède malabar, épinards chinois, A. douteuse	Du Mexique à l'Amérique tropicale	Feuilles	Asie du Sud et Sud-est, Afrique, Réunion, Antilles

Nom Latin	Nom vernaculaire	Origine	Consommation	Région consommé
A. graecizans	Amarante sylvestre, A. africaine, A. sauvage	Macaronésie, Méditerranée, Angola	Feuilles	Afrique, Ouest des États-Unis
A. hypochondriacus	Brède malabar, Amarante élégante	Des États-Unis centre jusqu'au Mexique	Grains et ornement	Amérique du Sud et centrale, Asie, Afrique
A. spinosus	Épinard cochon, amarante épineuse, Pariétaire piquante	Du Mexique jusqu'en Amérique tropicale	Feuilles	Afrique, Réunion, Asie du Sud-est
A. tricolor	Amarante comestible, A. tricolore	Asie tropicale	Feuilles et ornement	Asie du sud et sud-est, Afrique, Inde
A. viridis	Amarante verte, épinard vert, épinard du Congo	Du Mexique jusqu'en Amérique tropicale	Feuilles	Afrique, Réunion, Asie

Source : Aurélie Tock (2024). L'amarante, une invasive à grand potentiel nutritionnel, Germination.

C- UTILISATIONS ET IMPORTANCES TRADITIONNELLES DE L'AMARANTE DANS LE MONDE

Les espèces d'amarante font partie intégrante du patrimoine culturel immatériel des peuples du monde entier. Elles font l'objet de diverses utilisations alimentaires, médicinales et spirituelles historiques. Cette section dresse un panorama des usages rituels, alimentaires et thérapeutiques de la plante en Afrique (A), en Asie (B), et dans l'Amérique précolombienne (C).

UTILISATIONS ET RITUELS TRADITIONNELS EN AFRIQUE

Identifiée depuis les années 1980 comme une plante d'avenir face aux stress climatiques subsahariens, l'amarante-légume pousse naturellement sur tout le continent, du Sénégal au Nigéria et de la Guinée Équatoriale au Cameroun, bien que l'amarante-grain y reste moins valorisée (Grubben, 2004). Ses usages médicinaux y sont riches et diversifiés : au Sénégal, les décoctions de racines mélangées au miel servent de laxatif doux pour les nourrissons ; au Ghana, l'eau de macération est utilisée en bain pour soulager les douleurs musculaires ; en Éthiopie, A. cruentus est traditionnellement consommé comme répulsif contre le ténia ; au Gabon, les feuilles chauffées sont appliquées pour résorber les tumeurs (Grubben, 2004 ; Agong, 2006 ; Martirosyan et al., 2007). En Afrique du Sud, la collecte sauvage des feuilles d'amarante (connu sous le nom d'imifino ou morogo) représente une stratégie de survie essentielle pour atténuer l'insécurité alimentaire des ménages ruraux les plus pauvres. Historiquement, dans la province du Limpopo, les plantes d'amarante séchées étaient brûlées pour en extraire des cendres riches en sels minéraux utilisées en substitut de sel de cuisine (Jansen van Rensburg et al., 2011). Dans la région de Tzaneen, les feuilles séchées et broyées sont consommées sous forme de tabac à priser traditionnel (Hart et Vorster, 2005).

UTILISATIONS ET RITUELS TRADITIONNELS EN ASIE

En Asie, l'amarante sauvage, communément appelée 'Chowlai', est un pilier de la médecine traditionnelle indienne (Ayurveda). Elle y est prescrite comme antipyrétique, laxatif et diurétique de premier ordre (Ganjare et Raut, 2019 ; Jhade et al., 2009). Dans la région de l'Himalaya et au Sikkim, l'amarante est préparée en tisane pour soigner l'indigestion, l'anémie, la bronchite chronique, les maux d'estomac et arrêter les expectorations sanglantes (Hussain et al., 2009 ; Mitra et al., 2014 ; Kumar et al., 2014). Les tribus de l'est du Bihar (les Santhali et Paharia) administrent l'extrait de racine d'A. spinosus comme vermicide puissant. En Malaisie et en Asie du Sud-Est, la décoction aqueuse d'écorce et de racines d'amarante épineuse est administrée trois fois par jour comme traitement antipaludéen de soutien pendant la saison des pluies, ainsi que pour soigner la gonorrhée et réguler le flux menstruel. En Chine, l'amarante est documentée en pharmacopée pour réguler le diabète, et ses feuilles pilées sont appliquées en cataplasme pour consolider les fractures osseuses et soigner les abcès cutanés (Ganjare et Raut, 2019).

UTILISATIONS ET RITUELS TRADITIONNELS EN AMÉRIQUE

La domestication de l’amarante remonte à 6 000 ou 8 000 ans chez les civilisations précolombiennes d’Amérique centrale. Vénérée par les Mixtèques d'Oaxaca, elle jouait un rôle spirituel et économique central chez les Aztèques, servant notamment de monnaie de tribut pour l'empire (Rastogi et Shukla, 2013). Lors des cérémonies religieuses du mois de Panquetzaliztli, les prêtres aztèques mélangeaient les graines d'amarante moulues avec du miel sauvage pour façonner des figurines à l'image de leur divinité guerrière protectrice, Huitzilopochtli. Ces statues sacrées étaient portées en procession avant d'être brisées et distribuées aux fidèles qui les consommaient lors d'un rituel de communion collective. Craignant l'importance spirituelle et subversive de ce rite, les conquistadors espagnols ont interdit sous peine de mort la culture de la plante, rasant les champs et provoquant le déclin de

cette pseudo-céréale pendant des siècles. Aujourd'hui, l'amarante y est réhabilitée, consommée éclatée (alegría) ou moulue pour confectionner des pains, cookies et boissons traditionnelles (Maestro, 2021 ; Ancient Grains, 2021).

Cette trajectoire historique et culturelle mondiale confirme que l'amarante a toujours été une culture de civilisation, vénérée pour son utilité alimentaire et médicinale.

II. VALEUR SOCIONUTRITIONNELLE DES FEUILLES ET DES GRAINS DE L'AMARANTE

Les espèces d'amarante sont uniques en ce que leurs graines (grains) et leurs feuilles sont comestibles et hautement nutritives. De nombreuses études ont documenté leur double valeur en tant que pseudo-céréales et légumes-feuilles avec un potentiel nutritionnel et fonctionnel important. Ce chapitre analyse d'abord le profil nutritionnel et biochimique des feuilles d'amarante (A) et des grains d'amarante (B), évalue son potentiel stratégique de lutte contre l'insécurité nutritionnelle (C), avant de passer en revue ses applications agroalimentaires et cliniques innovantes (D).

A. PROFIL NUTRITIONNEL ET BIOCHIMIQUE DES FEUILLES D'AMARANTE

L'analyse de la matrice foliaire de l'amarante révèle une densité d'exception en nutriments essentiels. Nous présenterons de manière détaillée la concentration en protéines complètes et fibres alimentaires (1), l'abondance d'oligo-éléments minéraux indispensables (2), la richesse du profil vitaminique hydrosoluble et liposoluble (3), et enfin la composition lipidique en acides gras insaturés (4).

1. Protéines complètes et fibres de la matrice foliaire

Les feuilles d'amarante sont très faibles en calories mais exceptionnellement riches en micronutriments tels que les protéines, les minéraux, les vitamines, les acides gras et les composés phytochimiques bioactifs comme les polyphénols et les flavonoïdes. De plus, les feuilles d'amarante sont riches en antioxydants et en phytonutriments. Elles sont de riches sources de protéines, et les protéines végétales sont considérées comme bien plus saines que les protéines animales. Les feuilles sont également une riche source de fibres, solubles et insolubles. Les feuilles d'amarante ont une faible teneur de glucides et sont faibles en calories. Par conséquent, elles doivent être complétées par des aliments riches en calories.

TABLEAU N° 2 : Composition chimique des feuilles d'amarante fraîches crues et bouillies (g/100g PC)

Composition	Frais, cru (valeur)	PC Unit	Frais, bouilli (valeur)	PC Unit
Énergie	167	kJ	178	kJ
Énergie	40	kcal	42	kcal
Eau	85,6	g	84,7	g
Protéines totales	4,1	g	4,4	g
Lipides totaux	0.4	g	0.5	g
Glucides disponibles	3,0	g	3,2	g
Fibres alimentaires	3,8	g	4,1	g
Cendres	3,0	g	3,2	g

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

Avec cette richesse en protéines et fibres alimentaires, l'inclusion des feuilles d'amarante dans l'alimentation quotidienne peut être avantageuse pour les populations, car elle facilite la digestion et le transit intestinal, permet de gérer le poids et de réduire ainsi les maladies non transmissibles, en particulier les maladies cardiaques et le diabète. Ces composants peuvent aussi aider à réduire l'appétit, favorisant ainsi la perte de poids et un mode de vie sain. Grâce à sa teneur en fibres, l'amarante se digère facilement ; elle peut donc être bénéfique pour les personnes en convalescence médicale.

2. Oligo-éléments minéraux essentiels

Les feuilles d'amarante renferment également un réservoir de minéraux important tels que le calcium, le fer, le magnésium, le phosphore, le potassium, le sodium, le zinc et le cuivre. Ces minéraux sont des nutriments essentiels pour l'alimentation et la santé humaine. Le fer est nécessaire à la production de globules rouges et au métabolisme cellulaire. Il peut être exploré pour lutter contre les carences en fer. Le calcium qui est un minéral essentiel peut être bénéfique pour les humains, en particulier pour les personnes souffrant d'ostéoporose et d'autres problèmes de santé liés à une

carence en calcium. La teneur importante en potassium contenue dans l'amarante peut contribuer à la prévention du développement de maladies cardiovasculaires, notamment l'hypertension artérielle.

TABLEAU N° 3 : Teneur en minéraux des feuilles d'amarante (mg/100g PC)

Minéraux	Fraîches, crues	Fraîches, bouillies	PC (mg/100g)
Calcium	368	391	mg
Fer	7,2	7,7	mg
Magnésium	160	171	mg
Phosphore	69	74	mg
Potassium	545	580	mg
Sodium	7	7	mg
Zinc	0,66	0,70	mg
Cuivre	0,29	0,31	mg

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

3. Profil vitaminique hydrosoluble et liposoluble

Les feuilles d'amarante offrent une large gamme de vitamines notamment les vitamines C, A, B et K. La vitamine C est une vitamine hydrosoluble, essentielle et puissante pour lutter contre les infections ainsi que pour accélérer la guérison du scorbut et d'autres plaies. La vitamine A est essentielle à plusieurs processus de l'organisme. Elle est bénéfique pour le maintien d'une vision saine. Elle contribue au fonctionnement du système immunitaire et des organes, ainsi qu'à la croissance et au développement corrects des bébés in utero. La vitamine K est nécessaire au bien-être car elle joue un rôle important dans la coagulation sanguine et est également essentielle à la santé des os car elle favorise l'activité ostéoblastique et renforce la masse osseuse (Jiménez-Aguilar et Grusak, 2017). De plus, la vitamine K est connue pour contrôler les lésions neuronales dans le cerveau. Par conséquent, elle est bénéfique pour les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer. La vitamine K, en tant que cofacteur de la carboxylation de

l'ostéocalcine, a été identifiée comme contribuant à améliorer son affinité pour le calcium et à favoriser la liaison à l'hydroxyapatite, améliorant ainsi la santé des os. (Dennehy et Tsourounis, 2010). Les feuilles d'amarante sont riches en vitamines du groupe B : riboflavine, niacine, folates, thiamine, vitamine B6, vitamine B1, vitamine B2, vitamine B3, vitamine B6, vitamine B9, vitamine B12 et autres (Laimonico, 2016).

TABLEAU N° 4 : Teneur en vitamines des feuilles d'amarante (pour 100g PC)

Vitamines / Composants	Type / Détail	Fraîches, crues	Fraîches, bouillies
Vitamine A (équivalent activité rétinol)	Rétinol (mcg)	225	216
Équivalent β-carotène (mcg)	Provitamine A (mcg)	2710	2590
Vitamine B1 (mg)	Thiamine	0,05	0,04
Vitamine B2 (mg)	Riboflavine	0,19	0,20
Vitamine B3 (mg)	Niacine	1,40	1,50
Vitamine B6 (mg)	Pyridoxine	2,10	2,00
Vitamine B9 (mcg)	Folate	76	57
Vitamine C (mg)	Acide Ascorbique	67,00	43,00
Vitamine E (mg)	α-tocopherol equiv.	0,44	0,46
α-tocopherol / g-tocopherol	Tocophérols (mg)	0,41 / 0,26	0,44 / 0,28

Source : FAO/INFOODS (2019): In Vincent et al. (2020). Note: La rétention vitaminique reste élevée après cuisson douce.

4. Composition en lipides et acides gras insaturés

Les feuilles d'amarante sont riches en acides gras saturés, acides gras mono-insaturés, acides gras polyinsaturés, acide linoléique et acide α-linoléique, indispensables pour la fluidité des membranes cellulaires et la protection cardiovasculaire.

TABLEAU N° 5 : Profil en acides gras des feuilles d'amarante (g/100g PC)

Acides gras	Fraîches, crues (g/100g)	Fraîches, bouillies (g/100g)
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 α-linoléique	0,14	0,15

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

B. PROFIL NUTRITIONNEL ET BIOCHIMIQUE DES GRAINS D'AMARANTE

La pseudo-céréale d'amarante se distingue par des propriétés de stockage biologique d'exception. Cette section détaille la concentration protéique et l'équilibre remarquable en acides aminés essentiels (1), la densité minérale en fer, calcium, magnésium et zinc (2), le profil vitaminique (3), les glucides complexes et fibres prébiotiques de la pseudo-céréale (4), ainsi que la présence de métabolites secondaires, d'antioxydants et de squalène (5).

1. Concentration protéique et équilibre en acides aminés essentiels

Le grain d'amarante est une pseudo-céréale avec un potentiel nutritionnel et biologique exceptionnel. Ses graines regorgent de nutriments essentiels, notamment des protéines de haute qualité contenant tous les acides aminés essentiels, notamment la lysine, souvent déficiente dans d'autres céréales.

Les grains d'amarante ont des niveaux élevés de protéines 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 (Sustlives, 2022).

TABLEAU N° 6 : Composition nutritionnelle comparée des grains d'amarante et des céréales courantes

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 dispo.	65,2	72,8	72,1	80	74,5	74,3
Fibres dispo.	6,7	8,5	6,7	1,3	13,1	N.D
Énergie (kcal/100g)	371	378	329	365	332	365
Énergie (kJ/100g)	1550	1580	1380	1530	1390	1530

*Source : Aderibigbe et al. (2022), USDA Database. *Riz, blanc, à grains longs, régulier, non enrichi. ND : Non disponible.*

2. Densité en fer, calcium, magnésium et zinc

Les grains d'amarante sont riches en minéraux et vitamines essentiels, ce qui en fait une source alimentaire précieuse pour la nutrition. Une étude de De Bock et al. (2021) a analysé la teneur en minéraux de la farine d'amarante grossièrement moulue, révélant des niveaux élevés de phosphore (P) à 5011 mg/kg de matière sèche, de potassium (K) à 4740 mg/kg, de magnésium (Mg) à 2755 mg/kg et de calcium (Ca) à 1930 mg/kg. La teneur en sodium (Na) était de 75,7 mg/kg, en fer (Fe) de 82,6 mg/kg, en manganèse (Mn) de 30,0 mg/kg et en zinc (Zn) de 5,5 mg/kg. De plus, Liu et al. (2025) ont rapporté une teneur en sélénium (Se) de 18,7 mcg. Le zinc joue un rôle essentiel dans la stabilisation du système immunitaire, le fer aide à soulager l'anémie et le magnésium et le manganèse sont essentiels à la nutrition du nourrisson (De Bock et al., 2021). Des études ont également montré que les

taux de minéraux contenus dans les grains d'amarante sont supérieurs à ceux d'autres céréales.

TABLEAU N° 7 : Teneur en minéraux des grains d'amarante comparés aux céréales conventionnelles (mg/100g)

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

*Source : Aderibigbe et al. (2022), USDA database. *Riz, blanc, à grains longs, régulier, non enrichi.*

3. Teneurs en thiamine, riboflavine et niacine

En ce qui concerne les vitamines, les grains d'amarante contiennent de la thiamine, de la riboflavine, de la niacine et de la vitamine C. Une portion de 100 g de farine d'amarante fournit 53 % de l'apport quotidien recommandé en vitamine B6. Une étude de Oh et al. (2021) a rapporté des valeurs similaires pour la teneur en vitamine B2 dans les grains d'amarante, avec une teneur en vitamine B6 équilibrée. Ogwu (2020) a examiné les vitamines de trois espèces d'amarante cultivées (A. caudatus, A. cruentus et A. hypochondriacus).

TABLEAU N° 8 : Teneur en vitamines chez trois espèces cultivées de grains d'amarante (mg/100g)

Vitamines	Détail	A. caudatus	A. cruentus	A. hypochondriacus
Vitamine B1	Thiamine	0,2	0,1	0,3
Vitamine B2	Riboflavine	0,5	0,2	0,3
Vitamine B3	Niacine	0,9	1,2	1,15
Vitamine B9	Folate	NR	NR	NR
Vitamine C	Acide Ascorbique	NR	4,5	2,5

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

4. Glucides complexes et fibres prébiotiques de la pseudo-céréale

Les grains d'amarante sont particulièrement riches en macronutriments riches en énergie, en particulier en glucides complexes. Le composant principal des graines d'amarante est le polysaccharide, l'amidon étant prédominant, représentant 61 à 75 % du contenu total (De Bock et al., 2021 ; Burisová et al., 2001). La teneur en amylose de l'amidon d'amarante est inférieure à celle des amidons de céréales traditionnels, allant de 4,7 à 12,5 % (Shen et al., 2024 ; Tapia-Blácido et al., 2007). La teneur en amylopectine de l'amidon peut atteindre jusqu'à 97,9 % (Radosavljevi'c, 2006). Notamment, le rapport entre l'amylopectine à chaîne courte et l'amylopectine à chaîne longue est de 2,2 à 2,6, ce qui est légèrement inférieur à celui de l'amidon de maïs. Le temps de digestion de l'amidon d'amarante par l'amylase (3 h) est également plus court que celui de l'amidon de maïs (Inouchi et al., 1999). Par exemple, une étude de Gamel et al. (2006) a souligné la teneur en glucides de faible poids moléculaire dans les graines d'A. cruentus et d'A. caudatus, qui varie comme suit (g/100 g) : saccharose (0,58 - 0,75), glucose (0,34 - 0,42), fructose (0,12 - 0,17), maltose (0,24 - 0,28), raffinose (0,39 - 0,48), stachyose (0,15 - 0,13) et inositol (0,02 - 0,04). De même, les grains d'amarante sont riches en fibres alimentaires diverses (Joye et al., 2020). L'analyse de la composition en monosaccharides des fibres alimentaires extraites des graines d'amarante montre qu'elles sont principalement composées d'acide galacturonique, d'arabinose, de xylose, de glucose et de galactose. L'analyse de liaison indique en outre que la fraction prédominante de fibres alimentaires solubles et insolubles dans l'amarante est classée comme un polysaccharide de pectine (Lamothe, 2015). Les xyloglucanes représentent le deuxième type de fibre alimentaire le plus abondant trouvé dans le grain d'amarante entier.

5. Métabolites secondaires, antioxydants et squalène

Les grains d'amarante renferment également des microcomposants, notamment les métabolites secondaires dotés de propriétés fonctionnelles. Il s'agit notamment des composés phénoliques, des flavonoïdes, du squalène et des caroténoïdes, qui présentent tous des propriétés antioxydantes, antibactériennes, anti-inflammatoires, antivirales et anticancéreuses et contribuent à réguler le métabolisme lipidique (Venskutonis et Kraujalis, 2013).

C. POTENTIEL STRATÉGIQUE DE LUTTE CONTRE L'INSÉCURITÉ NUTRITIONNELLE

Au regard de sa haute valeur nutritionnelle, l'amarante a un immense potentiel pour contribuer à la sécurité alimentaire et nutritionnelle, en particulier dans les régions en proie à la malnutrition et aux pénuries alimentaires comme le Cameroun. La composition nutritionnelle de la culture, notamment en protéines de haute qualité, en acides aminés essentiels, en fibres, en vitamines et en minéraux, contribue à sa réputation de source alimentaire nutritive. Avec une teneur en protéines allant de 15 à 18 %, l'amarante surpasse la plupart des céréales traditionnelles et offre un profil d'acides aminés bien équilibré, particulièrement riche en lysine, un acide aminé essentiel généralement déficient dans d'autres céréales. Cette protéine de haute qualité, combinée à la digestibilité du grain, fait de l'amarante une précieuse source de protéines végétales.

L'amarante présente aussi une alternative économique aux aliments thérapeutiques traditionnels pour la malnutrition sévère. Des recherches ont démontré que remplacer le lait en poudre par de l'amarante d'origine locale peut réduire les coûts de production et augmenter l'accessibilité (Nabuuma et al., 2013). Dans le cadre d'initiatives plus larges de sécurité alimentaire, l'inclusion de l'amarante dans les programmes d'alimentation scolaire et les réseaux de distribution publique au Karnataka, en Inde, a amélioré l'état nutritionnel de millions d'enfants et du grand public en vertu de la loi

nationale sur la sécurité alimentaire de 2013 (Awan, 2015). Des études ont rapporté que l'amarante s'est avérée efficace pour lutter contre la malnutrition dans de nombreux pays en Afrique et au-delà. Un programme de récupération nutritionnelle intégrale (INRP) utilisant de la farine d'amarante a montré des améliorations significatives du poids/de la taille, de la masse musculaire et de la masse grasse des enfants (López-Alonso, 2021). Des études menées en Ouganda et au Kenya ont démontré que l'incorporation de grains d'amarante dans les régimes alimentaires locaux peut améliorer considérablement l'apport en nutriments et la nutrition des enfants (Tibagonzeka, 2014). Des projets communautaires dans les zones rurales de l'Ouganda axés sur la culture de l'amarante ont eu un impact positif sur la croissance et le statut en micronutriments des enfants (Mutie et al., 2013). L'amarante est sans gluten et constitue une source convenable d'approvisionnement en hydrates de carbone pour les coeliaques et pour les sujets qui sont intolérants au gluten (Brenner et al., 2010). On peut extraire de l'huile dans les graines d'amarante et ces huiles ont des concentrations relativement élevées en squalène. En fait le squalène est conseillé par les épidémiologistes pour réduire le risque de cancer par l'activité antitumorale et est efficace pour abaisser le taux de cholestérol chez l'Homme (Smith, 2000).

D. APPLICATIONS INDUSTRIELLES DE L'AMARANTE DANS L'ALIMENTATION FONCTIONNELLE ET LA CLINIQUE

La polyvalence agroalimentaire et technologique de l'amarante ouvre des perspectives d'industrialisation et de valorisation clinique majeures. Nous passerons en revue les formulations de boulangerie et pâtisserie sans gluten (1), le développement de bouillies de sevrage infantile (2), l'élaboration de boissons fonctionnelles revitalisantes (3), la formulation de mélanges pour la nutrition entérale clinique (4), et enfin les techniques d'extraction et de biodisponibilité des composés phytochimiques actifs (5).

1. Formulations de boulangerie et de pâtisserie sans gluten

L'amarante se distingue des céréales traditionnelles par sa faible teneur en prolamines, ce qui la rend sans danger pour les personnes atteintes de la maladie cœliaque ou sensibles au gluten. Grâce à sa faible teneur en prolamines et à la qualité élevée de ses autres protéines, l'amarante constitue une excellente alternative aux régimes sans gluten (Das et al., 2024). Les albumines, globulines et glutélines prédominantes dans la composition protéique de l'amarante ne provoquent pas de réactions allergiques chez la plupart des personnes intolérantes au gluten (Alvarez-Jubete et al., 2020). Les grains d'amarante ont une application significative dans le secteur de la boulangerie et de la confiserie. Sanz-Penella et al. (2013) ont rapporté que le grain d'amarante peut être utilisé seul ou en conjonction avec d'autres céréales pour produire des repas extrudés, des produits de boulangerie, des plats de petit-déjeuner et des produits sans gluten. Cependant, il est nécessaire de le mélanger à de la farine de blé pour faire du pain au levain. Emire et Arega (2012) ont montré que la fabrication du pain en combinant divers mélanges de farines d'amarante et de blé entraîne une amélioration notable de la valeur nutritive, la proportion d'amarante passant de 5 à 30 %. Une autre étude menée par Caleja et ses collègues a révélé que les produits de boulangerie tels que les pains, les biscuits et les cookies sont parmi les aliments les plus transformés au monde (Caleja et al., 2016). La farine de grain d'amarante peut être utilisée comme substitut jusqu'à 35 % de la farine de blé, le taux de substitution optimal étant de 25 % (Sindhuja et al., 2005). Ce taux de substitution se traduit par des améliorations de la couleur, de la saveur et de l'apparence (Aderibigbe et al., 2022). Une étude de Woo et al. (2025) a évalué l'effet du levain fabriqué à partir d'isolat de protéines d'amarante sur la qualité du pain sans gluten à base de farine de sarrasin. L'étude a démontré que l'ajout d'isolat de protéines d'amarante facilitait la formation d'un réseau protéique, en particulier à des températures supérieures à 70 °C, entraînant la génération de fragments protéiques plus

petits. La fermentation prolongée a considérablement modifié la structure protéique, ce qui a eu un impact positif sur les propriétés de la pâte, améliorant ainsi la qualité du pain sans gluten fini (Woo et al., 2025). Les protéines d'amarante se caractérisent par une bonne solubilité, un fort pouvoir émulsifiant et moussant, ainsi que par leur capacité à former des gels. Ces caractéristiques, associées à une excellente stabilité thermique, font de l'amarante un ingrédient précieux pour la fabrication de produits sans gluten.

Des chercheurs comme Vici et al. (2016) ont révélé que les personnes atteintes de la maladie cœliaque présentent souvent une carence en acide folique. Leurs recherches ont montré que la consommation de pain enrichi, notamment de pain au levain d'amarante et de spiruline non encapsulée, présentait une teneur élevée en folates (4 154,42 mcg d'équivalents acide folique pour 100 g de poids frais) parmi tous les échantillons de pain testés (Peñalver et Nieto, 2024). Lors du développement du mélange optimal de farines composites pour produits sans gluten, il a été constaté qu'un mélange composé de 50 % de farine d'amarante, 40 % de farine de sarrasin et 10 % de quinoa était efficace pour la production de divers produits sans gluten (Poshadri et al., 2023). La production de yaourt à base de sarrasin et d'amarante germés offre un potentiel d'application étendu dans les produits sans gluten (Habib, 2024). Afin d'élargir la gamme de produits sans gluten, une étude a été menée sur les pâtes à l'amarante (Lux et al., 2023). Elle a révélé que l'amarante, en tant que produit naturel sans gluten à haute valeur nutritionnelle, est un ingrédient prometteur pour la production de pâtes sans gluten. La recherche a également démontré que les pâtes à l'amarante conservent leur forme même après une cuisson prolongée pouvant atteindre 15 minutes. Les biscuits sans gluten fabriqués à partir d'une farine composite de graines d'amarante et de souchet ont donné des résultats acceptables et comparables en termes d'apparence et de goût par rapport aux biscuits traditionnels au blé (Ayeni et al., 2025).

2. Sevrage et bouillies de supplémentation infantile

L'amarante est utilisée pour améliorer la teneur en protéines et en nutriments des régimes de sevrage (Anaemene et al., 2024). Une étude de Mburu et al. (2012) a rapporté que l'utilisation de farine maltée dérivée de sorgho et d'amarante a été employée pour améliorer la qualité de la farine et réduire la présence de composants antinutritionnels. Le mélange, composé de 90 % d'amarante et de 10 % de sorgho, répond aux critères fixés par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en 2007 pour les régimes complémentaires destinés aux nourrissons âgés de 12 à 23 mois qui ne sont pas correctement allaités. Les grains d'amarante ont été trempés et pré-gélatinisés afin de produire de la farine (Mburu et al., 2012). Donnée aux nourrissons trois fois par jour, la bouillie obtenue a couvert leurs besoins quotidiens en protéines, phosphore, fer, zinc, riboflavine, niacine, manganèse et tocophérols. Les ménages, tant ruraux qu'urbains, peuvent être ciblés par des campagnes de commercialisation proposant des régimes alimentaires complémentaires à base de céréales et d'amarante. Ces régimes offrent une combinaison équilibrée de protéines et d'énergie, bénéfiques pour la croissance des enfants.

3. Boissons fonctionnelles et fermentations revitalisantes

Les boissons fonctionnelles représentent un segment de marché en pleine croissance, servant de matrice efficace pour l'apport de nutriments et de composés bioactifs dans le monde. Ces dernières années, les boissons à base d'amarante ont suscité un intérêt croissant de la part des chercheurs, car elles constituent une source prometteuse de composés antihypertenseurs naturels. Au Nigéria, la boisson traditionnelle à base de sorgho connue sous le nom de « Kunu » a été remplacée par une boisson revitalisante sans alcool obtenue en faisant fermenter des grains d'amarante pendant différentes durées. Des évaluations sensorielles ont montré que l'amarante-kunu fermentée pendant 48 heures était plus agréable au goût que le sorgho-kunu. De plus, il s'est avéré plus riche en protéines, en matières grasses et en

cendres (Ndukwe et al., 2023). Les procédures de germination et d'extrusion ont permis de créer une boisson en combinant l'amarante et le thé (Dabija et al., 2022 ; Manassero et al., 2020). Les indicateurs de performance athlétique des athlètes cyclistes ont été évalués dans une étude croisée randomisée après consommation d'une boisson commerciale ou d'une boisson contenant de l'amarante. L'apport calorique élevé de la boisson à l'amarante (52,48 kcal/100 ml), contrairement à l'apport calorique plus faible (24 kcal/100 ml) des boissons commerciales, a probablement contribué à la différence de performance (Espino-González et al., 2016). Une étude de Suárez et al. (2024) a démontré que les protéines d'amarante, incorporées dans une boisson riche en protéines, deviennent une source efficace de peptides dotés d'une activité anti-hypertensive significative après une digestion gastro-intestinale simulée. Le produit de la digestion a montré une forte activité inhibitrice de l'enzyme de conversion de l'angiotensine (ECA), confirmant son potentiel fonctionnel.

4. Formules de nutrition entérale clinique à base végétale

La nutrition clinique joue un rôle crucial en médecine moderne en fournissant aux patients en situation critique les nutriments essentiels et l'énergie nécessaires à leurs besoins quotidiens (Menezes et al., 2024). De nombreuses études soulignent qu'au cours de ces dernières années, le développement de la nutrition entérale à base de matières premières végétales a suscité un vif intérêt (Yeh et al., 2019 ; Hertzler et al., 2024 ; McClanahan et al., 2019). De nombreuses études ont conclu que les mélanges de protéines à dominante végétale utilisés en nutrition entérale ne coagulant pas dans l'estomac, favorisent une vidange gastrique plus rapide, sont mieux tolérés par les patients et entraînent une réduction du volume résiduel gastrique par rapport à la nutrition entérale à base de protéines animales (Van Eck et al., 2024 ; Goelen et al., 2021). La nutrition entérale à base de plantes contribue à maintenir une plus grande diversité du microbiote intestinal, augmente la concentration de métabolites bénéfiques et stimule la croissance

de bactéries commensales telles que Clostridiales, Lachnospiraceae et Ruminococcus, associées au maintien de la santé intestinale (Yeh et al., 2019). Parmi les nombreuses cultures étudiées, il a été démontré que l'amarante a un effet positif sur le microbiote intestinal, présente une activité antidiabétique potentielle et est riche en micronutriments, fibres alimentaires, vitamines, minéraux et autres composants bioactifs (Venskutonis et Kraujalis, 2013 ; Alvarez-Jubete, 2010 ; Tang, 2016). Le grain d'amarante est une bonne source de protéines caractérisée par une faible allergénicité et une bonne tolérance chez la plupart des personnes intolérantes au gluten (Alvarez-Jubete, 2010). Pavlik (2012) a montré que pour améliorer l'équilibre protéique chez les patients gravement malades, l'utilisation de protéines d'amarante comme composant de la nutrition entérale est envisagée, favorisant la récupération après une maladie ou une intervention chirurgicale. Correa et al. (1986) ont également relevé que sa teneur élevée en lysine et en tryptophane confère à la protéine d'amarante des propriétés similaires à celles des protéines animales, ce qui est crucial pour la nutrition entérale.

TABLEAU N° 9 : Applications émergentes de l'amarante dans l'agro-industrie et les aliments fonctionnels

Domaine d'application	Type de produit	Fonctionnalité
Produits alimentaires fonctionnels	Produits à base d'amarante (farine, mélanges)	Enrichissement nutritionnel, amélioration de la santé
Produits sans gluten	Pain, pâtes, biscuits, mélanges sans gluten	Alternative aux produits contenant du gluten, améliorant la digestion
Nourriture pour bébés	Lait maternisé, purées, céréales à base d'amarante	Favorise la croissance et le développement, source de protéines
Nutraceutiques	Suppléments, capsules et poudres d'amarante	Propriétés antioxydantes, soutien du système cardiovasculaire

Domaine d'application	Type de produit	Fonctionnalité
Boissons à base d'amarante	Boissons fermentées, shakes protéinés	Hypertension réduite, digestion améliorée

Source : Toimbayeva et al. (2025). Prospects for the Use of Amaranth Grain in the Production of Functional and Specialized Food Products. Foods.

5. Extraction et biodisponibilité des composés phytochimiques actifs

Au-delà de sa valeur nutritionnelle exceptionnelle, l'amarante contient également une gamme impressionnante de composés bioactifs aux effets bénéfiques pour la santé (Karamac et al., 2019). L'analyse phytochimique des parties aériennes de diverses Amaranthus spp. a établi la présence de constituants actifs tels que des alcaloïdes, des flavonoïdes, des glycosides, des acides phénoliques, des stéroïdes, des saponines, des acides aminés, des vitamines, des minéraux, des terpénoïdes, des lipides, de la bétaïne, des tanins catéchiques et des caroténoïdes. L'amaranthoside, un glycoside de lignane, a également été documenté ; l'amarante, une adénosine coumaroyl (Azhar-ul-Haq et al., 2006), les bétalaïnes telles que les bétacyanines (amaranthine, isoamaranthine), la bétaxanthine ; les hydroxycinnamates, la quercétine et les glycosides de kaempférol comme flavonoïdes et acides phénoliques (Stintzinga et al., 2004). Les extraits d'amarante isolés séquentiellement par l'acétone et le méthanol/eau à partir de feuilles, de fleurs, de tiges et de graines de plantes dégraissées donnent de la rutine, de la nicotiflorine, de l'isoquercitrine, des acides 4-hydroxybenzoïque et p-coumarique qui sont des composants majeurs (Kraujalis et al., 2013). Dans des études spécifiques aux espèces, l'évaluation des substances bioactives et des contenus phénoliques des feuilles d'A. tricolor et d'A. hypochondriacus a révélé une teneur élevée en bétacyanines et bétaxanthines tandis que l'isoquercétine et la rutine étaient les flavonoïdes les plus abondants ; les acides salicylique, syringique, gallique, vanillique, férulique, p-coumarique, ellagique et sinapique étaient les acides phénoliques les plus courants (Khanam et Oba, 2013). De plus, l'amaranthine rouge-violet, une nouvelle

bétaxanthine, des dérivés méthylés de l'arginine bétaxanthine et de l'acide bétalamique ont été détectés dans les feuilles d'A. tricolor (Biswas et al., 2013). La teneur en rutine et en quercétine a été déterminée dans des parties individuelles de cinq Amaranthus spp. Seules les feuilles d'Amaranthus échantillonnées au stade de maturité contenaient de la quercétine ou des dérivés de la quercétine. A. hybridus et A. cruentus étaient la meilleure source de rutine (Kalinova et Dadakova, 2009) ; tandis que la quantité de rutine et de quercétine dans l'extrait méthanolique de feuilles d'A. viridis s'est avérée être respectivement de 58,52 et 9,12 % p/v (Kumar et al., 2009). Une étude de Jhade et al. (2011) a signalé que les alcaloïdes, les glycosides, les terpènes et les sucres sont les principaux composés phytochimiques des racines d'A. spinosus. Alvarez et al. ont révélé que parmi les composés bioactifs présents dans les graines d'amarante, on trouve des acides phénoliques tels que les acides protocatéchique, hydroxybenzoïque, caféique et férulique, la rutine, la nicotiflorine et l'isoquercétine. Il est prouvé que la rutine ralentit le vieillissement, la quercétine prévient l'oxydation et la nicotiflorine contribue à la protection des fonctions mnésiques (Alvarez et al., 2010).

III. LES PROPRIETES BIOLOGIQUES, THERAPEUTIQUES ET PHARMACEUTIQUES DE L'AMARANTE

L'amarante offre de nombreux bienfaits pour la santé grâce à sa richesse nutritionnelle et biochimique d'exception. Ses propriétés thérapeutiques sont extrêmement diversifiées et validées scientifiquement. Ce chapitre passe en revue treize propriétés majeures : les caractéristiques nutraceutiques générales (A), les bénéfices face à la maladie cœliaque (B), la modulation prébiotique du microbiote (C), les effets anti-inflammatoires (D), les propriétés anticancéreuses (E), l'activité immunorégulatrice (F), la gestion du poids et la satiété (G), l'effet hypocholestérolémiant (H), le potentiel antimicrobien (I), l'activité antioxydante (J), les propriétés gastroprotectrices (K), l'activité antidiabétique (L), et enfin la régulation antihypertensive (M).

A. PROPRIÉTÉS NUTRACEUTIQUES GÉNÉRALES ET AGENTS BIOGÉNIQUES

Les propriétés nutraceutiques sont des agents biologiques non spécifiques qui stimulent et favorisent le bien-être. Ils peuvent servir de mesure préventive contre les processus malins et contrôler les symptômes des maladies. Selon les études, les espèces d'Amaranthus spp. contiennent des quantités appréciables de nutriments et peuvent être incluses dans l'alimentation pour compléter les besoins nutritionnels quotidiens afin de lutter contre les maladies, servant ainsi de nutraceutique pour l'enrichissement des aliments. Une étude de Dlamini et al. (2013) a démontré qu'A. cruentus est potentiellement une bonne source alimentaire de caroténoïde provitamine A (β-carotène). La teneur en caroténoïdes était la plus élevée dans les feuilles, suivies des graines, de la tige et des racines. Le principal caroténoïde identifié dans les feuilles était la canthaxanthine (agent antitumoral), suivie du β-carotène et de la lutéine (retardateur des maladies oculaires liées à l'âge). Le niveau de β-carotène (28,5 mg/100 g) dans A. cruentus était sept fois plus élevé que dans les tomates et pourrait donc aider à traiter l'anémie dans les pays africains.

Dans une autre étude comparative, la teneur en calcium des feuilles sèches d'A. spinosus s'est avérée avoir une valeur plus élevée (4500 mg/100 g de poids sec) suivie par A. tricolor, A. viridis et A. blitum, tandis que la teneur en fer était maximale chez A. viridis (15 mg) suivie par A. spinosus, A. tricolor et A. blitum. Ainsi, l'amarante peut être utilisée comme source de calcium biogénique et dans les préparations antiacides (Srivastava, 2011). En Inde, une étude sur le grain d'amarante, également appelé 'grain de Rama' ('Rajgira') a montré qu'il est très nutritif et est une bonne source d'anthocyanes et de polyphénols (Pasko et al., 2009). Le grain a une teneur élevée en protéines, un profil d'acides aminés bien équilibré avec 8 acides aminés essentiels et des niveaux très élevés de lysine, ce qui est unique par rapport aux autres céréales (Bodroza-Solarov, 2007). Les graines d'amarante sont également porteuses de fibres précieuses et d'une source naturelle alternative de squalène (un triterpène), qui est un antioxydant supérieur connu pour sa grande efficacité biologique contre le cancer (Fan et al., 2016), l'hypercholestérolémie (Wang et al., 2020) et comme cardioprotecteur (Sarker et Oba, 2018).

B. PROPRIÉTÉS PRÉVENTIVES CONTRE LA MALADIE CŒLIAQUE

La maladie cœliaque et la sensibilité au gluten non cœliaque nécessitent désormais des alternatives sans gluten. L'amarante apparaît comme une option prometteuse en raison de son profil nutritionnel et de son absence de gluten. Son statut sans gluten est bénéfique pour les personnes atteintes de la maladie cœliaque, une maladie auto-immune causée par le gluten, un complexe protéique présent dans les céréales comme le blé et l'orge (Denham et Hill, 2013). Contrairement à ces céréales, l'amarante ne contient pas de gluten, ce qui en fait un choix alimentaire sûr et nutritif pour les personnes atteintes de la maladie cœliaque.

L'un des principaux avantages de l'amarante comme alternative sans gluten est sa teneur élevée en protéines. Elle offre également un profil protéique complet, notamment la lysine, un acide aminé essentiel,

généralement déficient dans de nombreuses céréales (Shukla, 2018). L'amarante contient également des niveaux élevés de fibres alimentaires, associées à de multiples bienfaits pour la santé, notamment une meilleure digestion, un meilleur contrôle de la glycémie et une meilleure santé cardiovasculaire (Lattimer et Haub, 2020). L'inclusion d'aliments riches en fibres comme l'amarante dans un régime sans gluten peut servir à atténuer les carences nutritionnelles courantes associées à ce régime. De plus, l'amarante est riche en micronutriments essentiels, tels que le fer, le calcium et le magnésium, souvent absents des produits sans gluten conventionnels (Shukla et al., 2018).

C. PROPRIÉTÉS PRÉBIOTIQUES DE MODULATION DU MICROBIOTE INTESTINAL

La dysbiose est une perturbation du fonctionnement normal de l'intestin, associée à diverses maladies, notamment la rectocolite hémorragique, la maladie de Crohn et le syndrome du côlon irritable (SCI). Elle est également impliquée dans des troubles métaboliques tels que le cancer, l'obésité, le diabète et les maladies cardiovasculaires (Bhuiya et al., 2025). De ce fait, l'intérêt pour les prébiotiques d'origine végétale est croissant, l'amarante s'imposant comme une source alimentaire prometteuse susceptible de favoriser la santé et de réduire le risque de maladies métaboliques. Les caractéristiques fonctionnelles de l'amarante sont principalement dues à sa teneur en fibres alimentaires solubles et insolibles (Januszewska-Jozwiak et Synowiecki, 2008). Ces fibres ont un impact important sur le microbiote intestinal en favorisant la prolifération de bactéries utiles, notamment Bacteroides, Parabacteroides, Lactobacillus, Bifidobacterium, Lachnospiraceae et Ruminococcaceae, tout en diminuant l'abondance de taxons potentiellement nocifs, tels que Fusobacterium,

Enterobacterium et Porphyromonadaceae. Ces effets sont soulignés par plusieurs études (Yang et al., 2021 ; Sabbione et al., 2024 ; Zeyneb et al., 2021 ; Dias-Martins et al., 2018 ; Calva-Cruz et al., 2023).

La fraction de fibres solubles de l'amarante est composée de pectine, d'acides uroniques et de glucides de haut poids moléculaire contenant des résidus de glucose, d'arabinose, de xylose, de mannose et de galactose. Ces composés exercent leurs effets physiologiques par le biais de mécanismes interconnectés. Lors de la fermentation bactérienne dans le côlon, ils facilitent la production d'acides gras à chaîne courte (AGCC), qui régulent le pH intestinal et préservent l'intégrité de la barrière muqueuse. De plus, les fibres solubles modulent la sécrétion d'insuline et de glucagon, influençant ainsi le métabolisme lipidique dans le foie et les tissus périphériques (Escudero et al., 2004). Elles augmentent également la viscosité du contenu intestinal, ralentissant l'absorption des lipides, liant les acides biliaires et améliorant le catabolisme du cholestérol, exerçant ainsi un effet hypolipidémiant. En revanche, la fraction de fibres insolubles a principalement des effets mécaniques. Elle stimule le péristaltisme, accélère le transit intestinal et augmente le volume des selles, améliorant ainsi la motilité gastro-intestinale (Toimbayeva et al., 2025).

Dans une étude de Calva-Cruz et al. (2023), des chercheurs ont mené un essai pilote pour évaluer l'effet de la consommation d'amarante éclatée sur la composition du microbiote intestinal chez des enfants de petite taille pour leur âge. Cette étude a été menée sur un échantillon de 21 enfants témoins et 7 enfants malnutris. Les résultats obtenus ont démontré que la consommation d'amarante éclatée contribuait à la restauration du microbiote intestinal. Une diminution de l'abondance relative des bactéries associées aux processus inflammatoires et à la colite (Alistipes putredinis, Bacteroides coprocola, Bacteroides stercoris) et une augmentation de l'abondance des bactéries associées à la santé et à la longévité (Akkermansia muciniphila, Streptococcus thermophilus) ont été observées (Calva-Cruz et al., 2023).

Selon toujours les résultats de cette étude, l'amarante affecte le microbiote au niveau taxonomique en réduisant l'abondance d'Actinobacteriota (jusqu'à 9 %) tout en favorisant une augmentation de la proportion de Bacteroidetes et de Firmicutes, qui atteignent ensemble une abondance combinée de 51,6 %. Cette matière première contribue au rétablissement de la population de Verrucomicrobiota, souvent déficiente chez les enfants souffrant de carences nutritionnelles. L'étude a observé une augmentation significative de l'acide propionique et une tendance à l'augmentation des acides acétique et butyrique dans le groupe sous-alimenté après consommation d'amarante. Les AGCC abaissent le pH intestinal, créant un environnement favorable aux bactéries bénéfiques tout en inhibant les pathogènes.

D. PROPRIÉTÉS ANTI-INFLAMMATOIRES ET ANTINOCICEPTIVES

L'amarante possède des propriétés anti-inflammatoires et antinociceptives, qui peuvent contribuer au traitement des maladies chroniques comme le stress oxydatif généré par l'inflammation et les dommages aux macromolécules. Une étude de Patil et al. (2012) sur la fraction d'acétate d'éthyle des feuilles d'A. spinosus a complètement inhibé le choc systémique induit par le sécrétagogue du composé 48/80 dans un modèle murin. Cette fraction d'acétate d'éthyle a également stabilisé la membrane de la bicouche lipidique des mastocytes, empêchant ainsi la perturbation de la membrane, la libération d'histamine et la dégranulation des mastocytes dans les mastocytes péritonéaux de rat in vitro, suggérant un rôle dans la prophylaxie et la gestion des réactions anaphylactiques. Kumar et al. (2011) ont fourni une validation scientifique selon laquelle les extraits méthanoliques de plantes entières d'A. caudatus et d'A. viridis et les extraits méthanoliques de feuilles d'A. spinosus présentent un effet antipyrétique significatif en réduisant la température corporelle élevée induite par la levure chez le rat ; les résultats étaient comparables à ceux du paracétamol, un médicament antipyrétique standard. L'extrait hydro-alcoolique de feuille d'A. tricolor a montré une activité antinociceptive contre le modèle de contorsions

induites par l'acide acétique ; une activité anti-inflammatoire contre l'œdème de la patte de rat induit par la carragénine et le granulome induit par les boulettes de coton chez le rat (Bihani et al., 2013).

E. PROPRIÉTÉS ANTICANCÉREUSES ET APOPTOTIQUES

L'amarante (feuilles ou grains), source importante de fibres alimentaires, est riche en composés phénoliques, phytoestrogènes, antioxydants, vitamines et minéraux susceptibles d'avoir des propriétés anticancéreuses (Zamaratskaia et al., 2020). Des études ont montré que l'amarante est un agent médicinal prometteur dans la lutte contre le cancer (Sabbione et al., 2019). Les plantes de la famille des Amaranthacées contiennent des protéines équilibrées en acides aminés, sources essentielles d'inhibiteurs anticancéreux. Une étude de Maldonado-Cervantes et al. (2010) a identifié un peptide de type lunasine (AhLun) dans les graines d'amarante, doté de propriétés anticancéreuses. La concentration moyenne d'AhLun était de 11,1 mcg d'équivalent lunasine par gramme de protéine extractible totale dans quatre génotypes de graines d'amarante matures. L'AhLun peut induire sélectivement l'apoptose des cellules tumorales et nécessite moins de temps pour s'internaliser dans le noyau des cellules NIH-3T3 que la lunasine de soja (Maldonado-Cervantes et al., 2010).

Les mécanismes moléculaires à l'origine des propriétés chimio-préventives de l'AhLun ont été examinés par Mazorra-Carrillo et al. (2022). Parmi les fractions protéiques, la fraction glutéline contenait la plus forte concentration de lunasine (3,0 mcg/g). La lunasine a également été identifiée dans les fractions albumine, prolamine et globuline de la protéine d'amarante (Silva-Sánchez et al., 2008). Ces propriétés anticancéreuses sont également corroborées par les études de Mazorra-Carrillo et al. (2022), qui ont constaté que l'ajout d'AhLun d'amarante au milieu de culture n'altérait pas la morphologie cellulaire, mais réduisait significativement la formation d'anisocaryose dans les cellules traitées par le cancérogène 3-

méthylcholanthrène (3MC). De plus, l'AhLun réduit significativement les migrations de métastases de cellules triple négatives du cancer du sein (Taniya et al., 2020). Outre les peptides, les graines d'amarante contiennent des quantités importantes de squalène, qui présente également des propriétés antitumorales et renforce l'activité de la chimiothérapie conventionnelle (Pili et al., 2010 ; Tatewaki et al., 2016). De plus, d'après Pandey et al. (2024), l'alpha-tocophérol et le phytol d'amarante inhibent efficacement les récepteurs enzymatiques AKR1C3 liés au cancer de la prostate.

F. PROPRIÉTÉS IMMUNORÉGULATRICES DE MODULATION DE LA RÉPONSE INFLAMMATOIRE

Des études menées par Moronta et al. (2016) ont souligné que l'amarante possède d'importantes propriétés immunorégulatrices, principalement grâce aux peptides bioactifs libérés lors de l'hydrolyse, soulignant ainsi son potentiel comme source naturelle de composés bioactifs aux effets anti-inflammatoires et antioxydants. D'après une étude de Sandoval-Sicairos et al. (2021), un examen de l'effet de la digestion gastro-intestinale simulée (DGS) in vitro d'amarante germée a démontré que les peptides libérés, en particulier les séquences de 3 à 10 kDa (F2), déploient des effets antioxydants et anti-inflammatoires considérables. Les hydrolysats diminuent de 42 % à 53 % l'expression du monoxyde d'azote (NO) pro-inflammatoire dans les macrophages RAW 264.7. Les peptides identifiés, notamment SSEDIKE (peptide 2) et IADEDPDEANDK (peptide 3), bloquent spécifiquement l'activation du facteur transcriptionnel NF-κB, limitant l'expression de la cyclooxygénase-2 (COX-2) et de la synthase d'oxyde nitrique inductible (iNOS), ce qui ouvre des perspectives majeures pour le traitement des maladies inflammatoires chroniques de l'intestin (MICI).

G. GESTION DU POIDS, SATIÉTÉ ET PROPRIÉTÉS ANTI-OBÉSITÉ

Il a été signalé que l'amarante possède des propriétés anti-obésité. Une étude présentée par Wu et al. (2020) démontre que les interventions

diététiques incorporant des composés d'amarante, en particulier ceux riches en lutéine, anthocyanes et saponines, peuvent atténuer la prise de poids induite par un régime riche en graisses chez la souris. Après 12 semaines de traitement, ces composés ont significativement réduit le poids corporel par rapport aux souris témoins, avec une baisse corrélative des triglycérides, du cholestérol total et du LDL-cholestérol. Les molécules d'amarante régulent de plus l'expression hépatique et adipeuse de gènes majeurs comme FAS (Fatty Acid Synthase) et les récepteurs PPARα/γ, stimulant la lipolyse et empêchant l'accumulation excessive d'adipocytes (Toimbayeva et al., 2025).

H. PROPRIÉTÉS HYPOCHOLESTÉROLÉMIANTES ET HYPOLIPIDÉMIANTES

Il a été démontré par la recherche que l'amarante possède des propriétés hypocholestérolémiantes. Elle a le potentiel de réduire le taux de cholestérol en inhibant des enzymes clés impliquées dans la digestion et l'absorption des graisses (Ajayi et al., 2021). Sa teneur élevée en fibres et la présence de stérols contribuent à la réduction du cholestérol en empêchant son absorption dans la circulation sanguine (Soliman, 2019 ; Berger et al., 2003). Dans une étude de Ajayi et al. (2021), les hydrolysats de protéines d'amarante (APH), notamment ceux obtenus à partir de bromélaïne, de chymotrypsine et d'actinase E, ont montré leur capacité à inhiber l'activité de deux enzymes essentielles : la cholestérol estérase (CEase) et la lipase pancréatique (PL). En inhibant ces enzymes, les hydrolysats d'amarante réduisent l'absorption du cholestérol et des graisses. Soares et al. (2015) ont étudié l'effet hypocholestérolémiant de peptides dérivés de l'hydrolyse de la protéine d'amarante (A. cruentus). Les chercheurs ont identifié des peptides spécifiques, tels que GGV, IVG et VGVL, capables d'inhiber directement la 3-hydroxy-3-méthyl-glutaryl-CoA réductase (HMG-CoA), l'enzyme hépatique centrale de la synthèse du cholestérol, démontrant une activité comparable aux statines de synthèse.

I. PROPRIÉTÉS ANTIMICROBIENNES ET ANTIBACTÉRIENNES

Aujourd'hui, des millions de personnes dans le monde sont dépendantes de la consommation des antibiotiques chimiques, ce qui n'est pas sans effets secondaires sur leur santé. Les agents antimicrobiens naturels se présentent comme alternative aux antibiotiques pour lutter contre les agents pathogènes d'origine alimentaire (Diao, 2025). L'amarante (Amaranthus spp.) est non seulement reconnue comme une source nutritive de protéines et d'antioxydants, mais aussi comme un agent prometteur aux propriétés antimicrobiennes (Jahan et al., 2022). Dans une étude de Islam et al. (2010), des extraits de feuilles au chloroforme d'A. viridis ont montré une activité antibactérienne contre Bordetella bronchiseptica, Bacillus pumilus et Staphylococcus aureus. Bulbul et al. (2011) ont rapporté que les extraits d'A. spinosus (chloroforme, n-hexane) inhibent plusieurs souches pathogènes. Enfin, Shafreen et al. (2019) ont démontré que les isolats protéiques des graines d'amarante bloquent in vitro la transition fongique de Candida albicans vers sa forme hyphale virulente, prévenant ainsi les candidoses invasives.

J. PROPRIÉTÉS ANTIOXYDANTES DE NEUTRALISATION DES RADICAUX LIBRES

Les antioxydants, molécules qui réduisent l'effet des radicaux libres, importants pour la protection contre le cancer et les maladies dégénératives, sont abondants dans Amaranthus spp. En effet, l'amarante est riche en composés bioactifs qui lui confèrent des propriétés antioxydantes prononcées, contribuant au maintien et à l'amélioration des fonctions de l'organisme. Des études ont confirmé que les hydrolysats de protéines d'amarante (322,5 - 525,2 μmol TE/μg) présentent une plus grande capacité à neutraliser les radicaux libres que l'isolat de protéines d'amarante native (202,7 μmol TE/μg) (Mudgil et al., 2019). D'après une étude de Kraujalis et al. (2013), le potentiel antioxydant de l'amarante est attribué à la présence de niveaux appréciables de composés phénoliques et de flavonoïdes, la rutine

étant le principal piégeur de radicaux libres. Li et al. (2015) ont identifié onze composés phénoliques majeurs (acides gallique, protocatéchique, chlorogénique, caféique, férulique, salicylique, la rutine et la quercétine) ainsi que des bétacyanines (amaranthine et isoamaranthine) dans les trois espèces céréalières de grains. Le squalène et les tocophérols complètent cette fraction antioxydante au niveau lipophile, démontrant une synergie d'action unique (Sayed-Ahmad et al., 2022 ; Toimbayeva et al., 2025).

K. PROPRIÉTÉS GASTROPROTECTRICES ET CYTOPROTECTRICES

Il existe divers « gastroprotecteurs » d'origine végétale avec des compositions différentes qui ont été utilisés en médecine clinique et populaire en raison de leurs effets bénéfiques sur la muqueuse du tractus gastro-intestinal. Selon une étude de Devaraj et Krishna (2011), les extraits de feuilles d'A. tricolor à l'éthanol et à l'acétate d'éthyle ont montré un effet cicatrisant des ulcères gastriques chroniques induits par l'acide acétique, ainsi qu'un effet cytoprotecteur gastrique remarquable contre les ulcères induits par l'éthanol et l'indométhacine chez le rat. L'extrait a également inhibé de manière significative la sécrétion d'acide chlorhydrique gastrique par ligature du pylore. Popoola (2022) a mis en évidence que cette activité gastroprotectrice est fortement corrélée aux composés phénoliques d'amarante (acide p-coumarique, quercétine, kaempférol), dont 15 % sont solidement liés aux protéines de la graine, prolongeant ainsi leur libération et leur contact protecteur avec les parois de l'estomac.

L. PROPRIÉTÉS ANTIDIABÉTIQUES DE RÉGULATION GLYCÉMIQUE

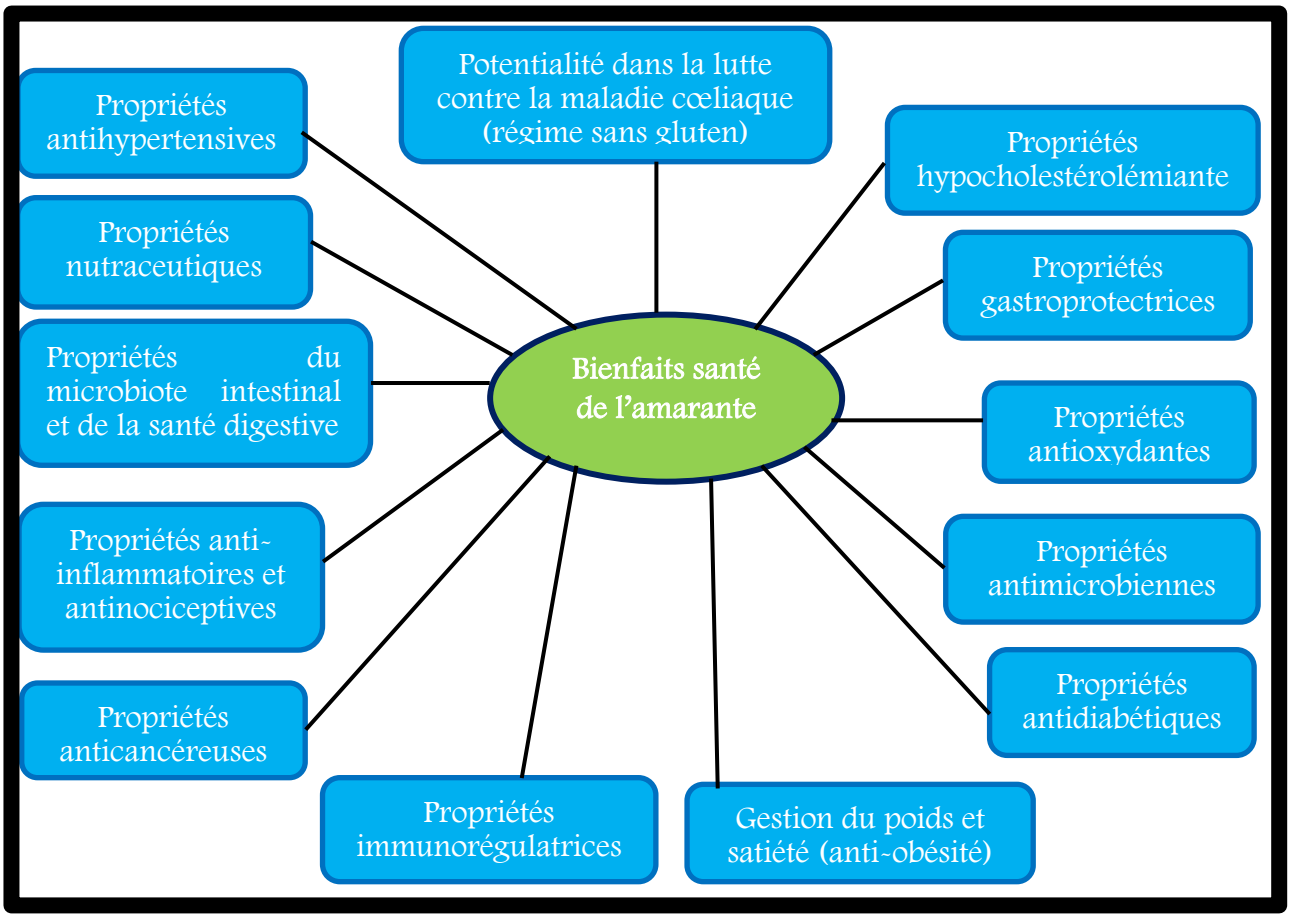
Des études ont montré que l'amarante (feuilles ou grains) possède des propriétés antidiabétiques. L'amarante présente un faible indice glycémique, régulant la glycémie et évitant les pics postprandiaux d'insuline. Velarde-Salcedo et al. (2013) et Zhu (2023) ont démontré que les hydrolysats de protéines d'amarante (AG) et ses peptides (AP) exercent une triple inhibition enzymatique : ils bloquent simultanément la dipeptidyl peptidase-IV (DPP-IV,

responsable de la dégradation des incrétines insulino-sécrétrices), l'α-glucosidase et l'α-amylase intestinales. Par ailleurs, des en-cas contenant 90 % de grains d’amarante ont démontré cliniquement leur capacité à abaisser durablement les taux de glucose sanguin et à contrecarrer le stress oxydatif pancréatique chez des patients diabétiques de type 2 (Olagunju et al., 2024).

M. PROPRIÉTÉS ANTIHYPERTENSIVES DE RÉGULATION RÉNALE

La recherche souligne que dans les graines et les feuilles de l’amarante, on retrouve des substances ayant un effet potentiellement bénéfique sur l’hypertension en bloquant l’activité de l’enzyme ACE (ECA : Enzyme de Conversion de l'Angiotensine), laquelle joue un rôle clé dans le système rénine-angiotensine-aldostérone, responsable du contrôle de la pression sanguine (Aljuraiban et al., 2024). L’inhibition de l’ECA est l’une des approches établies pour traiter l’hypertension (Daskaya-Dikmen, 2017). Les hydrolysats d'amarante libèrent après digestion in vitro des peptides qui agissent comme des inhibiteurs naturels compétitifs de l'ECA. De plus, Ontiveros et al. (2020) rapportent que le squalène, présent de manière concentrée dans l'huile des graines de l'amarante, déploie un effet protecteur direct contre les cardiopathies ischémiques et l'hypertension artérielle systémique, ce qui valide scientifiquement l'utilisation de l'amarante comme aliment fonctionnel cardiovasculaire.

Figure : Propriétés thérapeutique de l'amarante



En somme, l'amarante offre de nombreux bienfaits pour la santé grâce à sa richesse nutritionnelle. C'est une excellente source de vitamines, de minéraux et d'antioxydants essentiels qui peut favoriser le bien-être général. L'amarante est un excellent complément à une alimentation saine, car elle peut faciliter la digestion, renforcer le système immunitaire et réduire le risque de maladies chroniques.

IV- CONTRIBUTION DE L'AMARANTE A LA RESILIENCE CLIMATIQUE ET A L'AGRICULTURE DURABLE

D'après la littérature scientifique consultée, l'amarante offre une solution convaincante aux défis agricoles posés par le changement climatique : elle prospère sous divers climats et types de sols, y compris dans les zones pauvres en eau, sur les terres marginales et sous des températures extrêmes. Nous verrons d'abord les milieux où elle peut être cultivée, puis les caractéristiques qui expliquent sa résilience (système racinaire profond, utilisation efficace de l'eau, tolérance à la chaleur, cycle de croissance court), enfin comment elle garantit des rendements fiables au service d'une production alimentaire durable.

A. VOIE PHOTOSYNTHÉTIQUE C4 ET EFFICIENCE HYDRIQUE

Les crises de pénurie d'eau et de stress hydrique, exacerbées par le changement climatique, représentent l'un des défis les plus importants pour le développement agricole durable dans de nombreuses régions du monde. Il est donc crucial que les systèmes agraires améliorent l'efficacité de l'utilisation de l'eau (WUE). Le genre Amaranthus constitue un domaine d'étude fascinant dans ce contexte. Les espèces d'amarante présentent une tolérance significative à la sécheresse, principalement grâce à leur utilisation efficace de l'eau, ce qui les rend adaptées à l'agriculture dans les déserts pauvres en eau et les climats semi-arides.

Plusieurs facteurs expliquent cette efficience hydrique par l'amarante. Premièrement, les espèces d'amarante possèdent la voie photosynthétique C4. Cette voie, caractérisée par la fixation initiale du CO2 dans un composé à quatre carbones, est connue pour être plus efficace que la voie C3 dans des conditions de pénurie d'eau, de températures élevées et d'intensité lumineuse élevée, car elle permet des taux de photosynthèse maximaux avec une perte d'eau par transpiration extrêmement faible (Parra-Cota, 2014 ; Liu et Stützel, 2004). Deuxièmement, le système racinaire étendu des espèces d'amarante permet une absorption efficace de l'eau, même à partir de sols

desséchés (Parra-Cota, 2014). Les espèces d'amarante présentent également des caractéristiques morphologiques adaptatives qui améliorent leur WUE : des feuilles étroites et une cuticule cireuse épaisse qui fait barrière à la déshydratation (Omosun, 2008 ; Sammour, 2012).

B. TOLÉRANCE ÉDAPHIQUE AUX SOLS PAUVRES, MARGINAUX OU SALINS

Les espèces d'amarante démontrent une remarquable capacité d'adaptation à diverses conditions de sol, y compris la mauvaise qualité du sol, ce qui en fait des candidates idéales pour la culture sur des terres dégradées. Cette tolérance inhérente au sol est attribuée à son système racinaire robuste et à ses mécanismes efficaces d'absorption et d'utilisation des nutriments (Omosun et al., 2008). L'un des aspects essentiels de la tolérance au sol de l'amarante est son efficacité d'extraction du phosphore, estimée à 30 kg P/ha, ce qui lui permet de s'épanouir sur des sols carencés (Ojo et al., 2011 ; Pandeya et al., 2018).

De plus, l'amarante accumule des solutés osmorégulateurs compatibles protecteurs (proline, glycine bétaïne) qui maintiennent la pression osmotique cellulaire sous contrainte saline ou hydrique (Sarker et Oba, 2018). Les espèces d'amarante enrichissent le sol en carbone organique (SOC) par leur biomasse abondante, améliorant la structure biologique du sol (Xu et al., 2021 ; Roberts et Florentine, 2022). Elles s'associent également en symbiose bénéfique avec des bactéries fixatrices d'azote comme Azospirillum, réduisant la dépendance aux engrais chimiques coûteux (Devi, 2022). Certaines espèces d'amarante tolèrent de fortes salinités (Omamt, 2006 ; Pulvento et al., 2022) et possèdent des capacités de phyto-accumulation idéales pour dépolluer les sols contaminés par les métaux lourds (Chunilall et al., 2005). Cultivée en intercalaire (avec du maïs ou du manioc), l'amarante agit comme une excellente culture de couverture protectrice de la couche arable (Brust et al., 2014).

C. RÉSISTANCE BIOTIQUE AUX RAVAGEURS ET MALADIES

Les infestations de ravageurs constituent une menace croissante pour la production agricole subsaharienne sous dérèglement climatique. L'amarante possède des défenses naturelles considérables : sa résistance repose sur la synthèse de métabolites secondaires dissuasifs (composés phénoliques, saponines) qui empoisonnent ou repoussent les ravageurs et protègent contre les infections fongiques ou virales (Repo-Carrasco-Valencia, 2017). Ses feuilles disposent également de trichomes qui entravent les insectes (Assad et al., 2017). Sa croissance végétative très rapide et sa production prolifique de graines lui permettent en outre de compenser et de se rétablir très rapidement des blessures physiques (Ward et al., 2013).

V. VIABILITE ECONOMIQUE ET RENTABILITE DE LA CULTURE

Les cultures orphelines offrent des opportunités de revenus aux petits exploitants ruraux et améliorent ainsi leurs moyens de subsistance, grâce à leur valeur nutritionnelle et sanitaire supérieure et au fait que nombre d'entre elles sont des cultures de contre-saison adaptées à de faibles intrants (FAO, 2018). L'amarante en est un exemple parfait. Sa viabilité économique découle de ses faibles besoins en intrants pétrochimiques. Elle prospère avec un simple apport de fumure organique et de biopesticides, réduisant drastiquement les coûts de production de 60 % à 80 % par rapport au maïs ou au riz hybride.

La rentabilité est optimisée par son rendement biologique très élevé. Les études agronomiques montrent que le rendement total de la biomasse d'amarante fluctue entre 100 et 500 quintaux par hectare, surpassant la plupart des céréales classiques (Awan, 2015). Grâce à son cycle cultural court de seulement 4 à 5 mois, elle permet d'effectuer plusieurs récoltes par an, stabilisant les revenus ruraux. Le potentiel de marché mondial de sa fraction sans gluten et riche en lysine offre des opportunités d'exportation substantielles, à l'image du succès de l'Afrique du Sud qui exporte massivement ses graines d'amarante vers les marchés européens (Netshimbupfe, 2023). Pour les pays d'Afrique centrale comme le Cameroun, structurer cette filière constitue un gisement économique majeur pour les populations périphériques.

CONCLUSION GENERALE

L'amarante est une culture résiliente et puissante pour la sécurité alimentaire et les systèmes alimentaires durables, soulignant ses avantages nutritionnels, agricoles, ses bienfaits pour la santé et ses applications dans l'industrie alimentaire, de la brasserie et d'autres possibilités de valorisation de l'amarante (ses grains et ses feuilles) pour maximiser leur utilisation tout au long de la chaîne de valeur. L'amarante apparaît donc comme une ressource polyvalente au potentiel immense, tant en agriculture durable, en nutrition qu'en médecine. Grâce à une recherche soutenue, à l'innovation et à la reconnaissance de ses multiples bienfaits, l'amarante peut contribuer significativement à l'amélioration de la santé humaine, à la résolution des problèmes de sécurité alimentaire et à la promotion des initiatives de développement durable. L'intégration de la culture d'amarante dans les systèmes agricoles peut contribuer à six objectifs de développement durable : 1- Faim Zéro ; 2- Bonne santé et bien-être des personnes ; 3- Égalité des sexes ; 4- Travail décent et croissance économique ; 5- Consommation et production responsables ; 6- Action climatique. Il est donc dans l'intérêt des pays à faibles revenus comme le Cameroun d'exploiter le potentiel de marché de l'amarante. Pour ce faire, des investissements stratégiques dans le développement de la chaîne de valeur, y compris les installations de transformation et de conditionnement, sont essentiels. Le développement de chaînes d'approvisionnement robustes qui garantissent une qualité et un approvisionnement constants aidera à exploiter des marchés d'exportation lucratifs pour l'amarante. De plus, la sensibilisation aux bienfaits pour la santé et à la polyvalence culinaire de l'amarante peut stimuler la consommation intérieure, créant une base de demande stable qui soutient les agriculteurs et les entreprises agroalimentaires locales. La promotion de l'amarante par le biais de campagnes de marketing ciblées et son intégration dans les stratégies nationales de sécurité alimentaire pourront améliorer son potentiel de marché et son impact économique.

CA4SFC

Cameroonian Association for Safeguarding Forgotten Crops

Adresse : Dschang (Cameroun) – Marché B, premier niveau, étage MCD

Courriel : contact@ca4sfc.org

Téléphone : +237 6 76 71 35 73 / 6 78 18 02 56

Site web: https://ca4sfc.org/

Facebook: https://www.facebook.com/share/19UN4jQRwn/

LinkedIn: https://www.linkedin.com/showcase/cameroon-association-for-sauvegarding-forgetten-crops