

Sorgho & Niébé au Burkina Faso

Marilyne Aza-Gnandji

Avril 2018

Table des matières

1	Situation actuelle de la production agricole au Burkina Faso	1
2	Productions agricoles de céréales : Le Sorgho i.e <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	2
2.1	Origine & Diffusion	2
2.2	Taxonomie	4
2.3	Écologie	6
2.3.1	Photosensibilité	6
2.3.2	Conditions écologiques	6
2.4	Morphologie et biologie :	8
2.5	Intérêt et utilisation du sorgho :	9
3	Productions agricoles de légumineuses : Le niébé i.e <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	10
3.1	Origine et diffusion :	11
3.2	Taxonomie :	11
	Références	12

1 Situation actuelle de la production agricole au Burkina Faso

Le Burkina Faso est un pays à économie agraire avec une population de 19 632 147 habitants pour une superficie de 270 764 km² (FAO, 2017). Le secteur agricole constitue une composante essentielle de son économie. Il contribue pour 35% au Produit Intérieur Brut (PIB) du pays et emploie 82% de la population active. L'arboriculture et le maraîchage occupent également une place non négligeable¹ avec environ 600 000 petites exploitations agricoles qui sont par définition dans le recensement agricole, de petites unités

1. <http://agriculture.gouv.fr/burkina-faso>

de production remplissant les trois critères suivants : produire des produits agricoles ; avoir une gestion courante indépendante ; atteindre un certain seuil en superficie (inférieur ou au moins égal à un hectare), en production ou en nombre d'animaux². L'agriculture burkinabé est essentiellement de subsistance et, est basée sur les cultures vivrières (sorgho, mil, maïs, riz et fonio) dont les rendements moyens étaient entre 2012 et 2013 d'environ 869 806 tonnes. En effet, pour la période de consommation du 1er novembre 2012 au 31 Octobre 2013, le bilan céréalier définitif fait ressortir un excédent brut de 665 814 tonnes, résultant d'un excédent brut des céréales traditionnelles (mil, sorgho, maïs, fonio) de 1 038 338 tonnes et des déficits bruts respectifs de 353 122 tonnes et 19 401 tonnes pour le riz et le blé (DPSAA, 2013). L'activité agricole au Burkina Faso est menée dans des conditions parfois défavorables (mauvaise pluviométrie, pauvreté des sols, ...). Ce faisant, la production agricole est faible et ne parvient pas à couvrir les besoins alimentaires des populations. Le Burkina Faso possède un climat tropical de type soudano-sahélien (caractérisé par des variations pluviométriques considérables allant d'une moyenne de 350 mm au Nord à plus de 1 000 mm au Sud-Ouest) avec deux saisons très contrastées : la saison des pluies avec des précipitations comprises entre 300 mm et 1200 mm et la saison sèche durant laquelle souffle l'harmattan, un vent chaud, sec et chargé de poussière, originaire du désert du Sahara. La saison des pluies dure environ 4 mois, entre mai-juin et septembre, sa durée est plus courte au nord du pays³. Le taux de croissance de la production agricole est de l'ordre de 4,3% (1983 à 2007) et, selon Ngaido (2006), ce taux devrait être de 6,8% pour l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement en matière de réduction de la faim. Alors, près de 46% de la population totale est exposé à l'insécurité alimentaire et on estimait en 2003 le niveau de couverture des besoins nutritionnels à 2 283 kilocalories par personne et par jour contre les 2 500 kcal requis. Parallèlement, la pauvreté au Burkina est essentiellement rurale (la contribution du milieu rural à la pauvreté s'élevait à 92,2% en 2003) et la population rurale est en grande majorité agricole (DPSAA, 2011). Le Burkina Faso a besoin d'une croissance soutenue de sa production agricole non seulement pour assurer sa sécurité alimentaire mais aussi pour lutter contre la pauvreté et assurer son développement économique⁴.



(a) Plante du Sorgho



(b) Graines du Sorgho

FIGURE 1 – Plante du sorgho et quelques variétés de ses graines

2 Productions agricoles de céréales : Le Sorgho i.e *Sorghum bicolor* (L.) Moench

2.1 Origine & Diffusion

Le sorgho est probablement originaire d'Éthiopie, d'où il s'est répandu dans toute l'Afrique. Le sorgho commun (*Sorghum bicolor*) est une graminée très répandue à l'état sauvage sous les climats tropicaux et subtropicaux. C'est une plante de climat chaud, mais comme pour le maïs, la sélection a permis de créer des variétés cultivables en pays tempérés. En Europe, sa culture reste cependant cantonnée aux pays méditerranéens (Wikipédia, 2017). Depuis des siècles, les peuples d'Afrique et d'Asie utilisent ses graines pour leur alimentation. Aujourd'hui, le sorgho est cultivé sur tous les continents, sous un nom parfois différent : le gros mil en Afrique, le millet indien en Asie ou encore le blé égyptien au Moyen-Orient. La domestication du sorgho a vraisemblablement eu lieu il y a plusieurs millénaires en Afrique et au Sud-est du Sahara. On note en Afrique trois centres géographiques actifs dans la diversification du sorgho cultivé : le centre ouest-africain qui a contribué à l'établissement des sorghos de race guinea ; le centre est-africain riche en sorgho des races caudatum et durra ; le centre sud-africain à l'origine des sorghos de race kafir. Dès le troisième millénaire avant J.-C., ces sorghos auraient gagné l'Asie : l'Inde et le Pakistan, 3000 ans avant J.-C., puis la Chine, un millénaire plus tard. L'arrivée du sorgho en Europe se situerait vers 2000 ans avant J.-C. Transporté en Amérique à l'époque des grandes découvertes au XVI^e siècle, le sorgho est véritablement diffusé qu'à partir du XIX^e siècle, notamment aux États-Unis⁵.

2.2 Taxonomie

Le sorgho, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, est une herbacée annuelle de la famille des Poaceae (ex-Graminées), sous famille des Panicoïdeae, tribu des Andropogoneae et du genre *Sorghum* (Doggett, 1988). C'est une espèce monoïque préférentiellement autogame. Le taux d'allogamie varie selon la race considérée : très faible pour les variétés cléistogames qui subissent une autopollinisation automatique ce qui traduit la caractéristique de ces variétés de sorgho à se reproduire par autopollinisation et ainsi leurs fleurs ne s'ouvrent qu'après l'anthèse (période terminale du développement de la fleur depuis son épanouissement jusqu'au flétrissement). Ce taux est de l'ordre de 5 à 7% pour les variétés à panicules compactes (Doggett, 1988), et varie largement (20 à 29%) pour les variétés à panicules lâches de la race

2. <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1186>

3. <http://www.burkina-faso.ca/climat-du-burkina-faso/>

4. <https://www6.inra.fr/fabatropimed/FTM-Publications/FTM-Master-BTS>

5. <http://www.gnis-pedagogie.org/sorgho-intro-caracteristiques-plante.html>

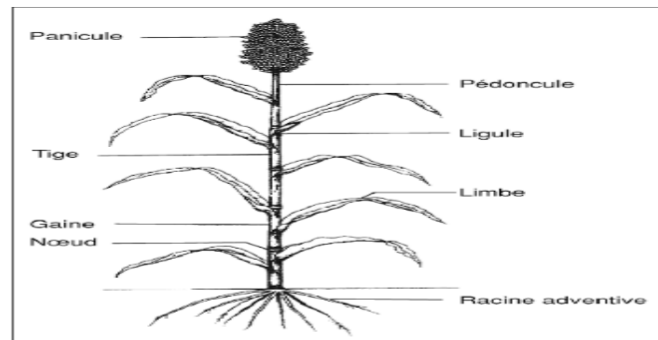


FIGURE 2 – Schéma annoté d'un plant de sorgho (Clerget, 2004)

botanique Guinea (Ollitrault, 1987 ; Chantereau et Kondombo, 1994). De manière schématique, la plante du sorgho se présente comme suit :

En champ réel les plants de sorgho se présentent ainsi (voir Fig. 2 p. 5).

Par ailleurs, en 2013 Jacques CHANTERAU et al, résument les différentes races du sorgho et leurs caractéristiques d'identification (Tableau 1)⁶ :

L'inflorescence est une panicule de forme variable. Le grain est un caryopse de couleur variable (blanche, rouge, brune et jaune), qui, à maturité, est plus ou moins dégagé des glumes (Saint-Clair, 1989 ; Chanterau et Nicou, 1991). Tout comme le maïs et la canne à sucre, le sorgho appartient à la tribu des Andropogoneae. Les Andropogoneae sont en effet, une tribu de plantes monocotylédones de la famille des Poaceae et de la sous-famille des Panicoïdeae.

La classification (cladogramme) phylogénétique des Poaceae dont fait partie le sorgho, se présente comme suit (Figure 4) :

Le clade BEP (ou BOP) regroupe les Bambusoideae, Oryzoideae et Pooideae ; le second appelé clade PACMAD (ou PACCMAD) regroupe les Panicoideae, Arundinoideae, Chloridoideae, Micrairoideae, Centothecoideae,

6. Google books



FIGURE 3 – Représentation de plants de sorgho en champ réel

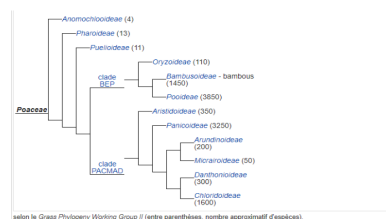


FIGURE 4 – Classification phylogénétique des Poaceae.

Aristidoideae et Danthonioideae⁷.

2.3 Écologie

2.3.1 Photosensibilité

Le sorgho est une plante de jours courts qui réagit de diverses façons à la photopériode. À des latitudes élevées, certains cultivars tropicaux ne fleurissent pas ou ne produisent pas de graines. Aux États-Unis, en Australie et en Inde, on a noté l'existence de cultivars moyennement sensibles à quasiment insensibles à la photopériode (Barro-Kondombo, 2010).

2.3.2 Conditions écologiques

Conditions thermiques Le sorgho tolère des températures de tous niveaux. En effet, la sélection a permis de créer des variétés cultivables en zones tempérées. Là où il ne gèle pas, le sorgho continue à pousser et à produire de nouvelles feuilles vertes tant que l'humidité du sol persiste. Il stoppe sa croissance sous les 8 °C et meurt lorsque la température passe sous les 3 °C⁸. Il est largement cultivé dans les régions tempérées et sous les tropiques jusqu'à 2300 m d'altitude. La température optimale est de 25 à 31 °C, mais des températures aussi faibles que 21 °C n'ont pas d'incidence grave sur la croissance et le rendement. Mais si la température nocturne tombe en dessous de 12 à 15 °C au cours de la période de floraison, cela peut entraîner la stérilité. Le sorgho est sensible au gel, mais moins que le maïs, et de légères gelées nocturnes pendant la période de maturation provoquent peu de dégâts (Barro-Kondombo, 2010).

Conditions hydriques Le sorgho est une plante des milieux tropicaux chauds et semi-arides qui sont trop secs pour les maïs modernes, mais il existe aussi des maïs de zones sèches. Il est particulièrement adapté à la sécheresse en raison d'un ensemble de caractéristiques morphologiques et physiologiques, notamment un système racinaire étendu, la pruine de ses feuilles qui limite ses pertes en eau (figures 1, 2 et 3), et une aptitude à interrompre sa croissance pendant les périodes de sécheresse et à la reprendre une fois le stress disparu. Le sorgho est une plante monocotylédone de la tribu des Andropogoneae. Toutes les espèces de cette tribu présentent une photosynthèse en C4, ce qui les rend compétitives dans des conditions de chaleur et de fort éclaircissement : ce sont des plantes dites en C3, la plante du sorgho dite plante en C4, a un avantage compétitif dans ce sens où lorsqu'elle est soumise à la sécheresse, à la chaleur et à un faible taux d'azote (N2) ou de dioxyde de carbone (CO2) et lorsqu'elle est cultivée

7. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Poaceae>

8. <https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/2001/sorgho>

par exemple dans un environnement à 30 °C, elle perd moins de molécules d'eau (les graminées en C3 perdent environ 833 molécules d'eau par molécule de CO₂ fixée tandis que le sorgho en perd seulement 277). Ceci offre donc un avantage aux plantes en C4 (sorgho) dans les environnements arides⁹ (zone sahélienne au Burkina Faso). Des précipitations de 500 à 800 mm également réparties pendant la saison de production conviennent généralement aux cultivars qui mûrissent en 3 à 4 mois. Le sorgho tolère un certain niveau d'asphyxie racinaire et on peut le faire pousser dans des zones à fortes précipitations(Barro-Kondombo, 2010).

Conditions édaphiques Le sorgho est bien adapté sur les vertisols lourds (en pédologie ou science du sol, le vertisol est un sol riche en argile du type 2/1 c'est-à-dire contenant une couche d'oxyde d'aluminium enserrée par deux couches de tétraèdres de silice¹⁰ que l'on trouve couramment dans les tropiques, où sa tolérance à l'asphyxie racinaire est souvent nécessaire, mais les sols sableux légers lui conviennent tout autant. C'est toutefois sur les limons et les limons sableux que sa culture réussit le mieux. La fourchette de pH du sol supportée par le sorgho est de 5.0 à 8.5, et il tolère davantage la salinité que le maïs (6 à 7.5)¹¹. Il est adapté aux sols pauvres et peut produire du grain sur des sols où beaucoup d'autres cultures échoueraient(Barro-Kondombo, 2010).

2.4 Morphologie et biologie :

La plante du sorgho (*Sorghum bicolor* ou *S.bicolor*) comprend une tige principale accompagnée de talles issues du développement de bourgeons adventifs sur le collet du maître brin. La hauteur de la plante à maturité varie beaucoup (de 50cm à plus de 5m). En fonction des cultivars et de leur situation, les feuilles (alternes, longues, retombantes, vert clair ou vert foncé) portées par les tiges varient en nombre (de quelques unités à plus de 30) : figures 1,2,3e(Barro-Kondombo, 2010). Le *S.bicolor* est principalement autogame, mais une pollinisation croisée par le vent peut se produire dans certaines conditions, à plus de 60% selon le génotype, et en moyenne environ 6% (Ellstrand et Foster, 1983; House, 1985; Pedersen et al, 1998; Schertz et Dalton, 1980). Puisque l'espèce se reproduit à la fois par autopolinisation et par pollinisation croisée, la plupart des races locales de sorgho cultivées par les agriculteurs de subsistance sont constituées de mélanges de lignées pures et de lignées partiellement pures (Singh et al, 1997). Le degré d'allogamie varie notamment en fonction du type de panicule du cultivar ; généralement, la pollinisation croisée est plus élevée dans

9. https://fr.wikipedia.org/wiki/Fixation_du_carbone_en_C4

10. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Vertisol>

11. <http://www.bioactualites.ch/fileadmin/documents/bafr/production-vegetale/grandes-cultures/4.5\11\73.Mais.pdf>

le cas des sorghos herbeux à panicule lâche que dans celui des sorghos cultivés à panicule compacte. Selon certaines estimations, le taux d'allogamie chez le sorgho cultivé en plein champ varie de 5 à plus de 40% (Barnaud et al., 2008 ; Djè et al., 2004 ; Doggett, 1988 ; Ellstrand et Foster, 1983 ; Schmidt et Bothma, 2006). Plusieurs espèces de pollinisateurs ont été observées consécutivement visitant des fleurs de sorgho cultivé (Immelman et Eardley, 2000 ; Schmidt et Bothma, 2006). Lors de la collecte des insectes, des grains de pollen de sorgho ont été trouvés sur chacun de ceux-ci. Cependant, il n'a pas été déterminé si le déplacement des insectes occasionnait une pollinisation croisée. D'autres études doivent être réalisées pour déterminer l'importance de la pollinisation par les insectes chez le *S. bicolor*. La floraison et la pollinisation du *S. bicolor* sont décrites dans House (1985), Singh et al. (1997) et Srinivasa Rao et al (2013). L'inflorescence commence à se former 30 à 40 jours après la germination. Le sorgho cultivé fleurit généralement 55 à 70 jours après la germination en climats chauds, mais, selon le génotype, la plante peut fleurir 30 à 100 jours après la germination. Le temps humide et frais peut retarder la floraison. Les fleurs commencent à s'ouvrir deux jours après que l'inflorescence a émergé de la gaine. Les épillets (subdivisions de l'inflorescence qui comportent plusieurs fleurs) sessiles, situés au sommet de l'inflorescence, sont les premiers à fleurir, puis la floraison se poursuit vers le bas de l'inflorescence durant 4 ou 5 jours. Chaque panicule peut comprendre jusqu'à 6000 fleurons (Quinby et Karper, 1947). La floraison ne survient pas au même moment chez toutes les inflorescences dans un champ, de sorte que le pollen est généralement présent durant 10 à 15 jours. Le moment de la floraison varie en fonction du génotype et du climat, mais celle-ci se produit généralement du milieu de la nuit au milieu de la matinée et atteint son maximum vers le lever du soleil. Le gonflement des lodicules facilite l'ouverture des fleurs. Lorsque les stigmates deviennent visibles, le filet des étamines s'allonge, et les anthères deviennent pendantes. Une fois que les anthères sont sèches, le pore apical s'ouvre et le pollen est libéré. La majeure partie du pollen d'une inflorescence fertilise les ovules de la même inflorescence. La pollinisation croisée est possible lorsque le pollen est transporté dans les airs. Le stigmate est pollinisé avant que les anthères émergent des épillets. Les grains de pollen sont transportés jusqu'au stigmate et germent. Un tube pollinique se forme, et le grain de pollen divisé en deux noyaux descend dans le style pour aller fertiliser l'ovule. Un noyau spermatique fertilise l'ovule et produit un embryon $2n$, et l'autre noyau fusionne avec les noyaux polaires pour produire un albumen $3n$. Après la pollinisation, les glumes se referment, et les anthères et stigmates vides en dépassent généralement. Certaines variétés à glumes longues sont cléistogames (les fleurons ne s'ouvrent pas pour la fertilisation). Les stigmates non fécondés demeurent réceptifs jusqu'à 16 jours. Après la fertilisation, la différenciation des organes se déroule sur environ 12 jours. Les graines passent par trois stades de développement,

laiteux, pâteux mou et pâteux dur, et parviennent à maturité en environ 30 jours. Le *S.bicolor* se reproduit par ses graines.

2.5 Intérêt et utilisation du sorgho :

Sorghum bicolor (L.) Moench est une céréale importante, particulièrement pour les zones chaudes à pluviométrie réduite de la zone tropicale. Le sorgho occupe le cinquième rang des plus importantes céréales dans le monde, qu'il s'agisse du volume de la production ou des superficies cultivées (FAO et ICRISAT, 1997). En Afrique subsaharienne, le sorgho est la deuxième céréale en importance après le maïs. Le Nigeria en est le premier producteur de la région avec 7% de la production mondiale (FAO, 1995). Le sorgho est la principale céréale cultivée au Burkina Faso, avec plus d'un million et demi d'hectare (Cirad, 2016). C'est la plus importante culture vivrière dans les régions tropicales semi-arides d'Afrique. Selon Dahlberg et al, le sorgho est l'aliment de base de 500 millions de personnes dans plus de 30 pays de la zone tropicale semi-aride¹². Au Burkina Faso, le sorgho est la céréale la plus répandue, sa culture y est pratiquée partout en saison des pluies, là où les précipitations sont supérieures aux valeurs 400 à 500 mm. La superficie consacrée à la culture du sorgho est passée de 1 016 275 ha en 2000 à 1 619 590 ha en 2007 (FAO, 2009) et couvre actuellement 1,80 millions d'Hectares (USDA, 2016). Dans les régions tropicales, le sorgho est essentiellement cultivé pour son grain destiné d'abord à l'alimentation humaine. Le grain peut être consommé entier ou décortiqué et réduit en poudre pour faire la bouillie, le tô (nom d'un des plats locaux cuisiné sous forme de pâte dans plusieurs pays d'Afrique subsaharienne dont le Burkina Faso), du couscous et des beignets. Le grain peut être fermenté pour donner des boissons alcoolisées : bière (dolo) ou du vin de sorgho (Mémento de l'agronome, 1991). Les résidus de récolte, soit l'ensemble des tiges, feuilles et panicules égrenées, représentent pour l'agriculteur une importante source de fourrage pour l'alimentation de son bétail (Chantereau et Nicou, 1991). Les graines (entiers) sont fournies directement aux volailles. Les tiges sont employées pour la confection des nattes, dans la construction des maisons (matériaux de construction pour réaliser des palissades) et des enclos ou comme combustible (Saint-clair, 1989)[3] D'autres utilisations du sorgho sont à signaler : la paille (feuilles et tiges) sert comme fourrage. Les tiges de certains sorghos bicolor sont consommées en frais comme la canne à sucre. Les cendres servent à la préparation de la potasse alimentaire. La moelle de sorgho est utilisée comme support pour les coupes anatomiques. Certains sorghos à forte coloration tannique servent dans la teinture du cuir. Les extraits de composés phénoliques servent en cosmétique pour le bronzage. Si dans les principales régions productrices d'Afrique et d'Asie, plus

12. reference

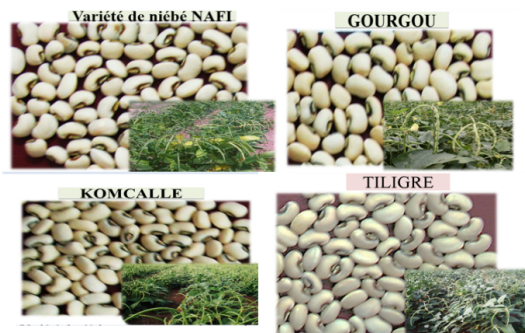


FIGURE 5 – Quelques variétés de niébé au Burkina Faso

de 70% du sorgho sont consommés par l'Homme, en Amérique du Nord, Amérique centrale, Amérique du Sud et Océanie par contre la plus grande partie de la production sert à l'alimentation animales (Barro-Kondombo, 2010). La culture a également une vocation industrielle orientée sur la production de la pâte à papier, la production du fuel, etc¹³. En novembre 2016, l'USDA (United States Department of Agriculture) a résumé les situations africaine et mondiale de production du sorgho :

3 Productions agricoles de légumineuses : Le niébé i.e *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

13. reference

3.1 Origine et diffusion :

Le niébé, *V. unguiculata* est une légumineuse annuelle dont le centre d'origine était controversé avant les études de Faris (1963; 1965). Piper (1913), a donné une double origine au niébé : l'Inde et l'Afrique. Faris (1963, 1965), après des études qui se sont reposées sur une description cytologique et morphologique des formes sauvages et cultivées du niébé montre que l'Afrique de l'Ouest et plus probablement le Nigeria est le centre d'origine du niébé. Sa diffusion vers l'Asie, en parallèle avec celle du sorgho, date de 2300 av J-C. Le niébé est introduit en Europe vers 300 av J-C où il reste une culture mineure dans la partie méridionale. Les Espagnols et les Portugais l'exportent au 17^{ème} siècle vers le nouveau monde. D'autres cultivars sont transportés directement de l'Afrique vers l'Amérique latine avec le trafic de l'esclave. Le niébé atteint le Sud des États-Unis au début du 19^{ème} siècle (Alidou, 2009).

3.2 Taxonomie :

Le niébé a été décrit par Linné, à partir d'une forme cultivée provenant des Antilles, sous le nom de *Dolichos unguiculatus*, qui deviendra *Vigna unguiculata* (Pasquet et Baudouin, 1997). *Vigna unguiculata* inclut des formes cultivées et des formes sauvages. Les formes cultivées se distinguent des formes sauvages par des gousses indéhiscentes, des graines et des gousses de taille plus importante (Lush et Evans, 1981). Selon Vanderborght et Baudouin (2001), les formes cultivées sont regroupées dans la sous-espèce *unguiculata*, laquelle est subdivisée en quatre cultigroupes : i le cultigroupe *Unguiculata* (anciennement *V. sinensis* (L.) Savi ex Hassk), forme couramment cultivée et plus importante en Afrique; ii le cultigroupe *Biflora* (anciennement *V. unguiculata* subsp. *Cylindrica* (L.) Verdcourt), à petites gousses érigées, cultivé principalement en Asie; iii le cultigroupe *Sesquipedalis* (anciennement *V. unguiculata* var. *Sesquipedalis* (L.) Ohashi), à gousses très longues et pendantes; iv le cultigroupe *Texfilis* (anciennement *V. sinensis* var. *fertilis* A Cheval) avec de long pédoncule est présent en Afrique de l'Ouest. Le niébé est une dicotylédone de l'ordre des Fabales, famille Fabaceae, sous famille Faboideae, tribu Phaseoleae, sous tribu Phaseolinae, genre *Vigna* et la section *Catiang* (Verdcourt, (1970); Maréchal et al. (1978))[4]. Le niébé appartient à :

- Règne : Plantae
- Sous règne : Tracheobionta
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Sous classe : Rosidae
- Ordre : Fabales
- Famille : Fabaceae

- Sous famille : Faboideae
- Tribu : Phaseoleae
- Sous tribu : Phaseolineae
- Genre : Vigna

Références

- Alidou, S. (2009, 6). Evaluation de la production du niébé (*vigna unguiculata* (l.) walpers) en condition de stress hydrique : contribution au phénotypage et à la sélection du niébé pour la résistance à la sécheresse [Manuel de logiciel]. <http://www.beeep.ird.fr/collect/upb/index/assoc/IDR-2009-SAW-EVA/IDR-2009-SAW-EVA.pdf>.
- Barro-Kondombo, C. P. (2010). *Diversités agro-morphologique et génétique de variétés locales de Sorgho* (Thèse de doctorat, université de Ouagadougou). Consulté sur <http://agritrop.cirad.fr/cgi/export/eprint/564903/DC/agritrop-eprint-564903.txt> (135 p.)
- Doggett, H. (1988). *Sorghum*. Longman Scientific & Technical. Consulté sur <https://books.google.fr/books?id=2BchAQAAMAAJ>