

I/ REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I. 1 Conditions agro climatiques de la zone d'étude

I.1.1 Les sols

Comme pratiquement dans toutes les localités du bassin arachidier, les sols de la zone d'étude (le CNRA de Bambey) sont de type Dior. Selon INP (1998) ces sols se caractérisent par une texture grossière (sableuse ou sablo-limoneuse avec moins de 10% d'argile) dans les 40 premiers centimètres et en profondeur, la texture varie de sableuse à argilo-sableuse. Ce sont des sols très propices à la culture de l'arachide et du mil mais aussi au manioc. Badiane et al, (2000) estiment que malgré l'existence de petites disparités, les types de sols les plus dominants sont :

- Les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés (Dior) situés généralement sur des dunes de sables avec un relief plat. La caractéristique commune pour ces sols est leur faible teneur en argile dans les horizons de surface. Ils sont sableux et très perméables avec une faible teneur en matières organiques ;
- Les sols bruns callimorphes (Deck), situés sur les dépressions. Ils sont sableux avec 3 à 8% d'argile, possèdent un horizon humifère, et sont mieux structurés que les sols Dior mais sont moins répandus.

I.1.2 La végétation

Les études sur les caractéristiques de la végétation de la zone d'étude font généralement référence à celles de la zone agro-écologique correspondant (bassin arachidier). FAO NEWS (2008) signale que cette zone sahélienne est caractérisée par une végétation ouverte (type pseudo steppe arbustive) dominée par *Balanites aegyptiaca*, *Acacia raddiana*, *Faidherbia albida*, *Acacia senegal*, *Acacia seyal*, *Boscia senegalensis*, *Ziziphus mauritiana*, *Commiphora africana*, *Combretum glutinosum*. Les graminées annuelles dominantes et formant un tapis éphémère plus ou moins continu sont de types *Cenchrus biflorus*, *Eragrostis tremula*, *Aristida mutabilis* et *Schoenefeldia gracilis*.

I.1.3 La population et les activités économiques

Dans la localité de Bambey, les habitants sont pour la plupart des Sérères, des Wolofs et des Poulars. MEFS (2004) estime que les activités économiques dominantes sont

l'agriculture qui occupe 74% de la population suivie du commerce, de l'artisanat et l'élevage. Si on considère les superficies emblavées, les principales spéculations sont dans l'ordre décroissant: le mil, l'arachide, niébé sorgho, manioc pastèque et bissap. La principale culture de rente est l'arachide qui assure une bonne partie du revenu monétaire des paysans. Cependant, d'autres cultures, comme le niébé, la pastèque et surtout le manioc, contribuent également à augmenter les revenus.

I.1.4 Le climat

Le climat qui règne dans cette région est de type tropical avec une saison sèche allant généralement de novembre à mai et une saison des pluies qui s'étale entre juin et octobre. Le total pluviométrique enregistré en 2016 est de 392,6 mm réparti sur 36 jours avec une température moyenne annuelle de 28°C. La tracée de la courbe ci-dessous montre en principe la répartition décadaire de la pluviométrie de l'année 2016 enregistrée au CNRA de Bambey (**Figure 1**).

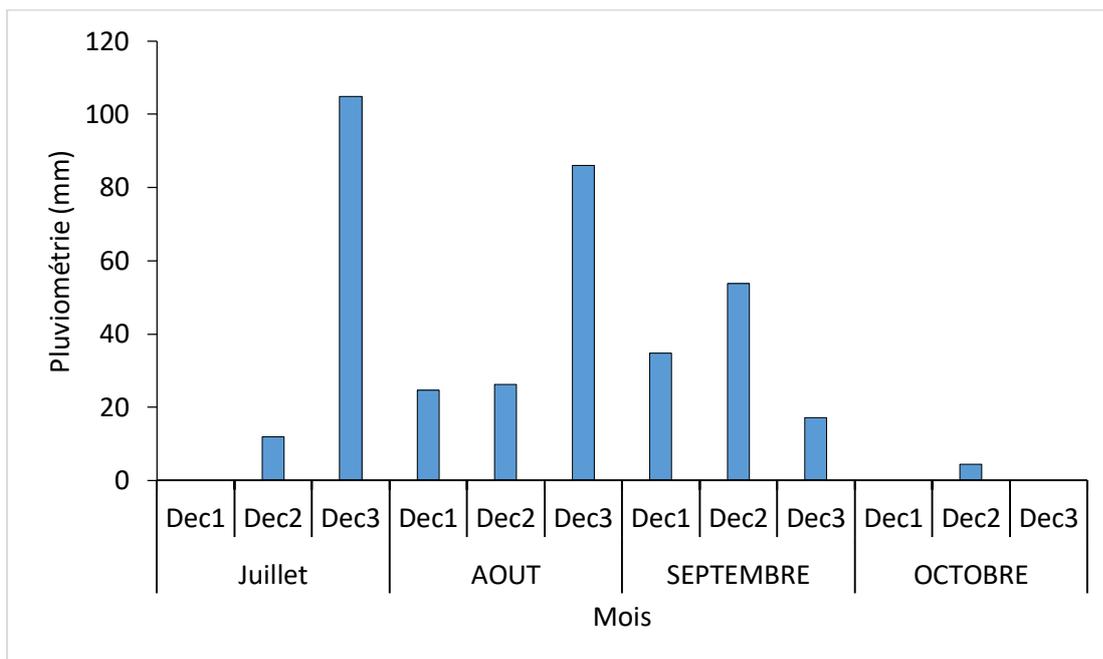


Figure 1: Répartition décadaire de la pluviométrie enregistrée au CNRA de Bambey en 2016 (source: station météo CNRA Bambey). Dec (Décadaire)

I. 2 Généralités sur le mil

I. 2. 1 Taxonomie et botanique du mil

Le mil est une plante appartenant à la classe des monocotylédones, de la famille des Poaceae; de la tribu des *Paniceae*, du genre *Pennisetum* et de l'espèce *glaucum* ou *thyroïdes* (Moussa, 2009). Selon Ganyo (2014) le mil est un terme générique qui fait allusion à un groupe de céréales secondaires domestiquées très cultivées. Et il est une plante allogame c'est-à-dire le pollen d'un pied va féconder un autre pied. Il a un port érigé, sa hauteur varie de 1 à 3 m généralement. Dans les zones humides, les plantes peuvent même atteindre 4 m (CIRAD, 2002). La plante de mil se caractérise par ses tiges velues, solides et pleines, un système racinaire adventif et fasciculé avec des feuilles longues et assez minces. Ses feuilles sont formées d'une gaine enveloppant complètement la tige et d'un limbe avec une nervure bien développée. Elles s'insèrent sur les nœuds.



Figure 2: pieds de mil en stade de floraison

I. 2. 2 Origine, diffusion et production

Connu sous le nom scientifique de *Pennisetum glaucum* (L) R. Br, le mil à chandelle ou mil cultivé appartient au genre *Pennisetum* ordre des pwoales et à la famille des poacées. Le mil est originaire de l'Afrique de l'Ouest, dans la zone limite sud du Sahara entre le Soudan occidental et le Sénégal où, en effet, on trouve de nombreuses espèces à l'état sauvage (comme *Pennisetum monodii* et *Pennisetum mollissimum*) et celles cultivées. Grâce à sa rusticité, le mil a été une des premières plantes domestiquées par l'homme avant que la culture ne s'étende en Afrique centrale et

orientale et en Inde, où il est cultivé avec succès dans les zones trop arides pour le fonio (*Digitaria exilis*) (Diallo, 2012). Selon Diouf (2001), environ 95% des surfaces cultivées se trouvent dans les pays en développement à faible pluviométrie, surtout de l'Afrique et de l'Asie. MCD (1991), cité par Diallo (2012), attestent que la production mondiale de tous les mils est de 31,5 Mt environ, dont 36% en Afrique avec 12,2 millions d'ha soit 49% de la surface mondiale en Afrique de l'Ouest.

I. 2. 3 Les Systèmes de culture du mil au Sénégal

Selon (MAE, 2001), la classification de l'ICRISAT de 1995 indique que le Sénégal est concerné par trois types de production. Il s'agit du Type I = pluvial mixte (agro-sylvo-pastoral) de courte saison des pluies (Nord du Sénégal) ; le Type II = pluvial mixte de saison des pluies intermédiaire (Centre du Sénégal) et le Type III = pluvial mixte de moyenne à longue saison des pluies (Sud du Sénégal). La partie centre - nord du bassin arachidier où se trouve notre zone étude, appartient au type II avec comme principales spéculations : mil, arachide, niébé, sorgho, manioc, pastèque et Bissap.

Au Sénégal, le mil est de loin la céréale la plus cultivée. Il constitue la base alimentaire d'une majeure partie des populations rurales. Il fait partie des cultures pluviales les plus distinguées et est généralement adoptée en culture pure continue autour des cases des villages ou parfois en association avec le niébé ou même en rotation avec l'arachide dans les champs de brousse.

I. 2. 4 Contraintes de production du mil

Les contraintes liées à la production du mil dans les zones sahéliennes sont multiples et variées. Elles concernent essentiellement les contraintes abiotiques ou environnementales, les contraintes biotiques et les contraintes socio-économiques. C'est ainsi que, Traoré et al. (2015) soulignent que les contraintes abiotiques portent essentiellement sur celles édaphiques liées au sol et concernent la pauvreté des sols en éléments fertilisants (N et P), une faible teneur en matière organique, une acidité prononcée et une faible capacité d'échange cationique. Il existe d'autres contraintes de nature biotique liées aux maladies et aux ravageurs. C'est le cas du mildiou ou maladie de l'épi vert causé par un champignon *Sclerospora graminicola* et le charbon causé par *Tolyposporium penicillariae*. Les adventices (*Striga* sp) peuvent affecter la productivité. De même, les insectes (chenilles mineuses, chandelles) causent de nombreuses pertes post-récolte. Des contraintes socio-économiques essentiellement

liées au faible pouvoir d'achat des producteurs, à l'inadéquation entre le prix des intrants agricoles et celui du mil et aux difficultés d'accès aux équipements et aux crédits agricoles qui limitent l'adoption de nouvelles technologies de production sont aussi à noter.

I. 2. 5 Les formes d'utilisation du mil

Le mil est la base de l'alimentation de la population rurale sénégalaise où il joue un rôle important en matière de sécurité alimentaire. Asodia, (2015) souligne que le mil représente 60% de la production céréalière du Sénégal et que sa production présente des opportunités de développement importantes. En plus d'être fortement appréciée et consommée par les Sénégalais, le secteur industriel s'intéresse également à cette céréale que l'on retrouve par exemple dans la composition du pain. Le mil transformé en farine se consomme sous forme de pâte, de bouillie, de couscous, de galette. Le mil ne sert pas seulement à l'alimentation des hommes et du bétail, car ces tiges se prêtent à de nombreuses utilisations, dont la construction de murs, de barrières et de toits, et la confection de balais, de nattes, de paniers, etc. Les tiges peuvent également être utilisées comme combustibles et comme additifs pour améliorer la fertilité des sols.

I. 2. 6 Exigences pédoclimatiques

Le mil est cultivé dans des zones où les précipitations oscillent entre 200 à 800 mm sur une période de trois à six mois, et il tolère la sécheresse. Il supporte des sols peu fertiles et acides ainsi que des températures élevées. Mais il ne supporte pas des sols inondés (Renard et al, 2001).

I. 3 La notion de fertilisation

La fertilité du sol désigne l'aptitude du sol à assurer de façon soutenue et durable la croissance des plantes et l'obtention de récoltes. Elle résulte de la combinaison de ses composantes physicochimiques et biologiques qui détermine l'approvisionnement des plantes en éléments nutritifs et les conditions de croissance et de fonctionnement des racines (MFAA, 2006, cité par Téné, 2013). Autrement dit, elle désigne sa capacité à stocker et à libérer les éléments nutritifs dont les plantes ont besoin, notamment l'azote, le phosphore, le potassium et le magnésium, ainsi que les oligo-éléments (Agri, 2012). Selon Sanchez et al, (1997), cité par Faye (2013), la perte de fertilité des sols atteint annuellement plus de 4,4 millions de tonnes d'azote (N), 0,5 millions de

tonnes de phosphore (P) et 3,5 millions de tonnes de potassium (K) et la principale cause serait la disparition des pratiques de restauration sans apports adéquats d'éléments nutritifs. Pour relever ce déficit, l'apport d'engrais minéral suivant les normes agronomiques paraît important. Ainsi, L'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K) constituent les trois principaux macroéléments nutritifs nécessaires aux plantes au cours de leur développement (Badiane, 1993).

I. 3. 1 L'azote (N):

L'azote (N) est un élément nutritif majeur et nécessaire au développement des plantes. Il contribue au développement végétatif des parties aériennes et joue un rôle important dans le métabolisme des plantes. Il est un élément constitutif des acides aminés formant les protéines. Il est un composant essentiel de la matière vivante. C'est donc à la fois un facteur de croissance mais aussi de qualité (teneur en protéines des céréales par exemple). Il est un facteur primordial du rendement et donc son absence entraîne une chute de celui-ci (Voisin, 1964). Il participe à la synthèse de la chlorophylle et sa carence entraîne une coloration vert pâle (voire jaune) du feuillage. Généralement excepté les légumineuses, les plantes ne peuvent pas absorber l'azote sous sa forme gazeuse mais plutôt minérale. Les deux sources d'azote: l'azote minéral (ammonium NH_4^+ , nitrate NO_3^-) qui est la forme disponible immédiatement et l'azote minéralisable provenant de la matière organique (résidus des récoltes précédentes et le fumier) décomposée.

I. 3. 2 Le phosphore (P)

Le phosphore (P) provient principalement des roches phosphatées. Il est un «moteur d'échange» dans les processus énergétique ATP/ADP. C'est aussi un constituant des parois cellulaires végétales. Pour la majorité des végétaux, les besoins en phosphore sont accrus au moment de l'amorçage de la phase végétative et lors de la fructification. En effet, le phosphore est essentiel pour la floraison, la nouaison, la précocité, le grossissement des fruits et la maturation des graines (Magamana, 2015). C'est un élément peu mobile dans le sol, donc son épandage près des racines semble nécessaire. Par ailleurs, certains microorganismes du sol comme les champignons mycorhiziens et des bactéries peuvent permettre l'absorption du phosphore par la plante. Et cela via la sécrétion d'enzymes capables de solubiliser le phosphore non assimilable directement par la plante. Il existe aussi des champignons qui, grâce à

leurs réseaux d'hyphes et de mycélium, permettent le transport du P jusqu'à la plante. Les carences en P se manifestent par une croissance réduite, un feuillage vert foncé avec des plages rouges violacées.

I. 3. 3 Le potassium (K)

Le potassium assure le maintien de la turgescence cellulaire, la régulation du régime de l'eau, l'activation d'enzymes. Il possède un effet sur l'activation des fonctions de reproduction des végétaux. Il joue un rôle dans la synthèse organique (accumulation de réserves), la photosynthèse et l'absorption du CO₂. Selon (FAO, 2003), cité par Loumerem (2004), il permet la résistance à la sécheresse des plantes mais aussi au gel, à la salinité et aux maladies. Il a comme symptômes de carence: une fructification réduite, un brunissement aux bords des feuilles et leur enroulement, une fragilité des tiges des céréales, un accroissement de la sensibilité en parasitisme. Pour ce qui concerne la fertilisation potassique, la mobilité des ions K⁺ dans le sol, n'est pas très élevé. En outre, selon la nature et les aptitudes de son système racinaire, la plante a une capacité plus ou moins grande à extraire du sol le potassium nécessaire à ses besoins. Généralement, le potassium est apporté une seule fois en grande quantité. Son apport est fait de façon irrégulière puisqu'il est stocké par le sol et libéré progressivement. Il provient soit de la décomposition de la matière organique et des minéraux du sol, soit des engrais.

I. 3. 4 Les principales lois de la fertilisation :

Pour mettre l'accent sur l'importance des éléments nutritifs, on distingue quatre lois majeures de fertilisation selon différents auteurs (Voisin, 1964) :

- **La loi de restitution des sols** : « Il est indispensable de restituer au sol pour qu'il ne s'épuise pas tous les éléments fertilisants que lui enlèvent les récoltes » (Boussingault et Deherain).
- **La loi des accroissements moins que proportionnels ou loi de Mitscherlich** qui stipule que : « En cas d'apport au sol de doses croissantes des éléments fertilisants, les augmentations des rendements obtenus sont de plus en plus faibles au fur et à mesure que les quantités apportées s'élèvent » (MITSCHERLICH). Cela veut dire simplement que les excès d'apport en éléments minéraux peuvent entraîner une baisse de la production.

- **La loi du minimum ou loi des facteurs limitant ou encore loi de Von Liebig** qui dit que : « Le rendement d'une culture est déterminé par l'élément nutritif qui se trouve dans le sol en plus faible quantité relativement aux besoins de cette culture » Cette loi met en évidence l'importance en quantité suffisante de chacun des éléments fertilisants indispensables pour la croissance normale de la plante.
- **La loi des avances** qui veut qu'on apporte au sol les éléments nutritifs dont les cultures ont besoin avant la production. C'est à dire en cours de culture et non à la fin de celle-ci.

II/ MATERIEL ET METHODES

I. 4 Le Site d'études

L'essai a été conduit pendant la saison des pluies 2016 dans une parcelle expérimentale du Centre National de Recherches agronomiques (CNRA) de Bambey située au centre Nord du bassin arachidier dans la région de Diourbel, au Sénégal (**Figure 2**). Les coordonnées géographiques sont les suivants : $14^{\circ}03' N$; $16^{\circ}27' O$.

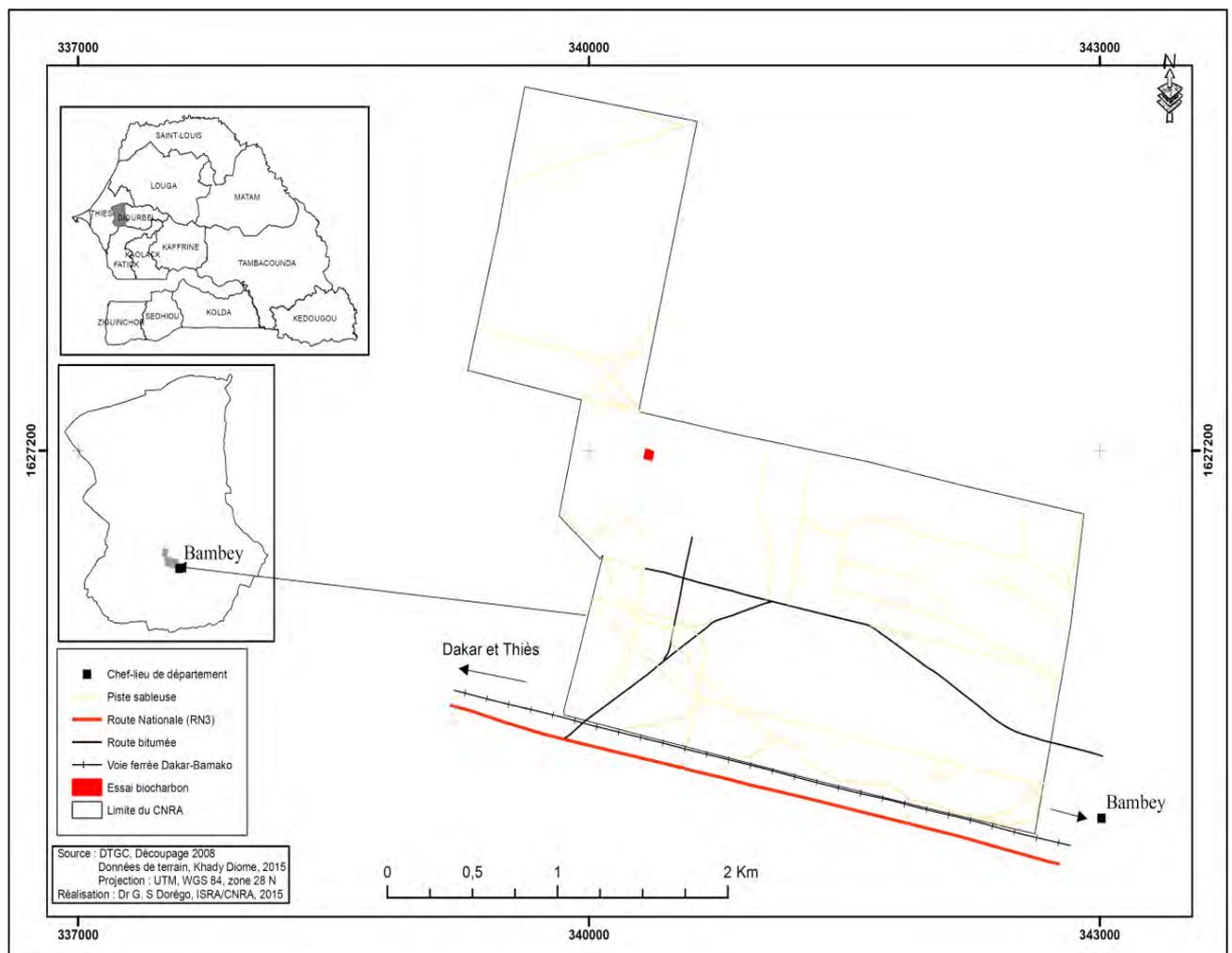


Figure 2: Carte de localisation du site expérimental (CNRA Bambey)