

Variabilité climatique et développement du *Striga hermonthica* dans le canton Bébédjia au sud du Tchad

Magloire DADOUM DJEKO

Université Abdou Moumouni, Département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines,
BP 418 Niamey, Niger

* Correspondance, courriel : dadoumdjeko@yahoo.com

Résumé

Le phénomène de la variabilité climatique constitue une sérieuse entrave pour le développement des écosystèmes agricoles. Ce qui se traduit par des perturbations dans le cycle végétatif des écosystèmes. L'objectif de la présente étude est d'identifier les risques climatiques qui influent sur le développement du *Striga hermonthica* dans le canton Bébédjia au sud du Tchad. L'analyse est basée sur l'interprétation des effets de données agroclimatologiques, notamment : la pluviométrie (1946-2015), la température minimale (1983-2015) et quelques informations sur le *Striga hermonthica* collectées auprès de la station de Bébédjia. Les résultats montrent que deux risques agroclimatiques majeurs ont favorisé le développement du *Striga hermonthica*. Ce sont: les séquences sèches et les fortes pluies à fréquence réduite en début de saison. Ainsi, la variabilité de ces paramètres climatiques contribue soit au maintien des grains dans le sol, soit au bon développement de la plante parasite. Toutefois, l'infestation du *striga hermonthica* crée du stress aux plantes attaquées et influe directement sur le rendement de la culture du mil. A cet effet, quelques pratiques traditionnelles ont contribué à la lutte contre cette plante parasite dans la zone d'étude.

Mots-clés : *variabilité climatique, Striga hermonthica, canton Bébédjia, zone soudanienne, Tchad.*

Abstract

Climatic variability and *Striga hermonthica* development in the canton Bebedjia in the south of Chad

The phenomenon of climatic variability is a serious obstacle to the development of agricultural ecosystems. This translates into disturbances in the vegetative cycle of ecosystems. The objective of this study is to identify climatic risks that affect the development of *Striga hermonthica* in canton Bébédjia in southern Chad. The analysis is based on the interpretation of the effects of agroclimatological data, notably: rainfall (1946-2015), minimum temperature (1983-2015) and some information on *Striga hermonthica* collected from the Bébédjia station. The results show that two major agroclimatic risks favored the development of *Striga hermonthica*. These are : dry sequences and heavy rainfall at reduced frequency at the beginning of the season. Thus, the variability of these climatic parameters contributes either to the maintenance of the grains in the soil, or to the good development of the parasitic plant. However, *striga hermonthica* infestation creates stress on the attacked plants and directly affects the yield of the millet crop. For this purpose, some traditional practices have contributed to the fight against this parasitic plant in the study area.

Keywords : *climatic variability, Striga hermonthica, canton Bébédjia, Sudanian zone, Chad.*

2-2. Matériel végétal et importance

Dans cette étude, le *Striga hermonthica* est le matériel utilisé à cause de sa forte densité, ses effets sur les cultures céréalières dont le mil et son impact socio-économique. C'est une plante parasite qui produit de nombreux grains minuscules capables de rester dormantes longtemps dans le sol entre 15 et 20 ans. Les pertes de rendement dues aux dommages causés par celle-ci se situent entre 20 et 80 % en Afrique, mais les pertes de récoltes totales sont possibles dans les pires situations [6]. Parasite important des céréales, le *Striga hermonthica* figure parmi les plantes parasites les plus agronomiquement destructrices au monde. Il est très largement distribué dans les régions tropicales et semi-arides d'Afrique, du Moyen-Orient, d'Asie et même d'Australie [7, 9, 10]. Le *Striga hermonthica* est signalé dans plus de 40 pays au monde dont 25 sont d'origine africaine subsaharienne et Asiatique (Inde). Ces derniers sont les plus gravement touchés à cause de l'occurrence de cette plante parasite qui n'est plus à démontrer [8].

2-3. Méthodes

L'analyse est basée sur l'interprétation des données climatologiques de la station agrométéorologique de Bébédjia. Ainsi, la pluviométrie (1946-2015) et la température minimale (1982-2015) ont été retenues. Ce qui a permis de déterminer les séquences sèches et humides susceptibles d'influencer le développement du *Striga hermonthica* dans ses phases souterraine et aérienne. Le logiciel Excel a généré le calcul d'indice standardisé et statistiquement, la loi racine normale est utilisée pour ajuster le paramètre pluie.

2-3-1. Loi racine normale

Cette loi de distribution très apparentée à la loi normale ou loi de Gauss ajuste au mieux les séries pluviométriques annuelles des zones soudanienne et guinéenne et a pour expression :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} \quad (1)$$

Avec u variable réduite de Gauss est égale à :

$$u = \frac{\sqrt{x} - \overline{\sqrt{x}}}{\sigma \cdot \sqrt{x}} \quad (2)$$

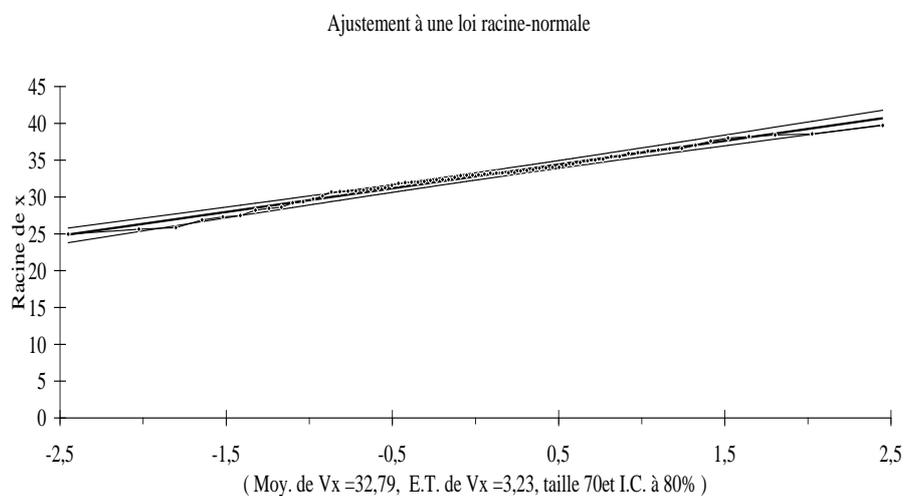
avec, $\overline{\sqrt{x}}$ = la moyenne de racines carrées de la série ; $\sigma \sqrt{x}$ = écart-type de racines carrées de la série.

La différence entre cette loi et celle de Gauss se situe au niveau des paramètres (moyenne et écart-type) : pour la loi de Gauss, ces paramètres sont ceux des variables d'où :

$$u = \frac{x - \overline{x}}{\sigma x} \quad (3)$$

avec, $\begin{cases} \overline{x} = \text{moyenne} ; \\ \sigma x = \text{écart-type} \end{cases}$

Tandis que pour la loi racine normale, ces paramètres sont ceux des racines des variables. De ce qui précède, l'ajustement de la pluie à la station de Bébédjia conformément à cette loi atteste que 80 % de ces données sont dans l'intervalle de confiance avec un écart type de 3,23. Ce qui montre la qualité de celles-ci (*Graphique 1*).



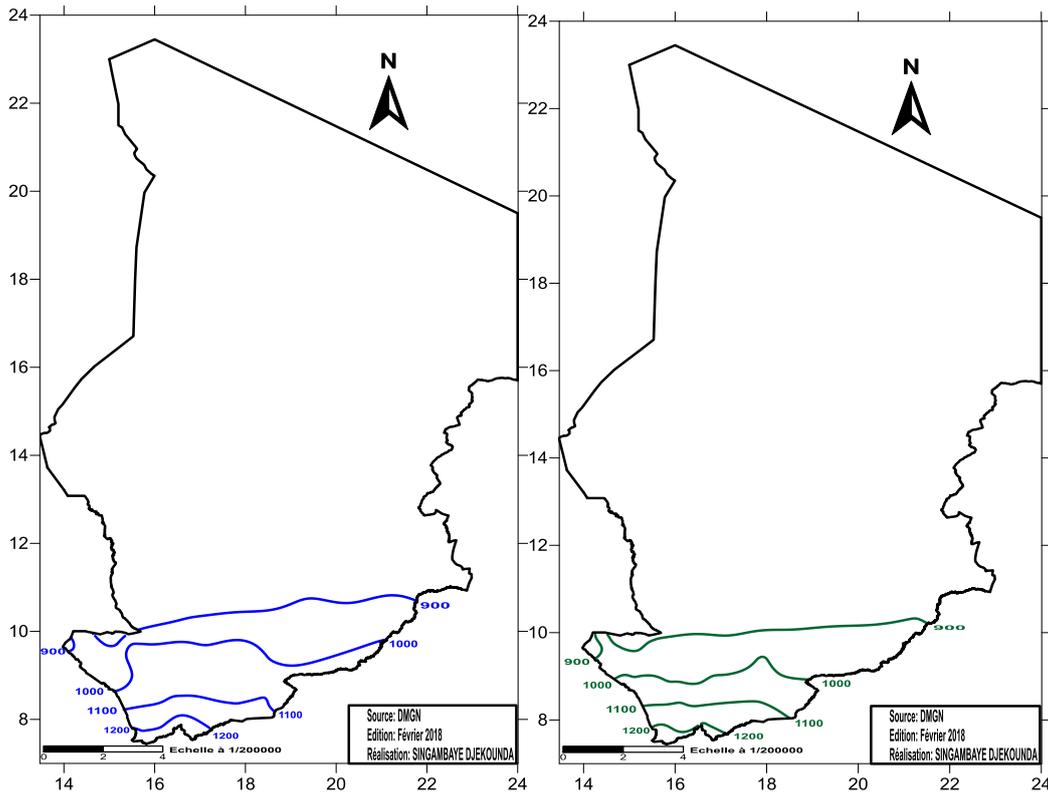
Graphique 1 : Ajustement de la pluie de la station de Bébédjia à la loi racine normale

3. Résultats

Les résultats obtenus du traitement et de l'analyse des données agroclimatologiques de la station de Bébédjia.

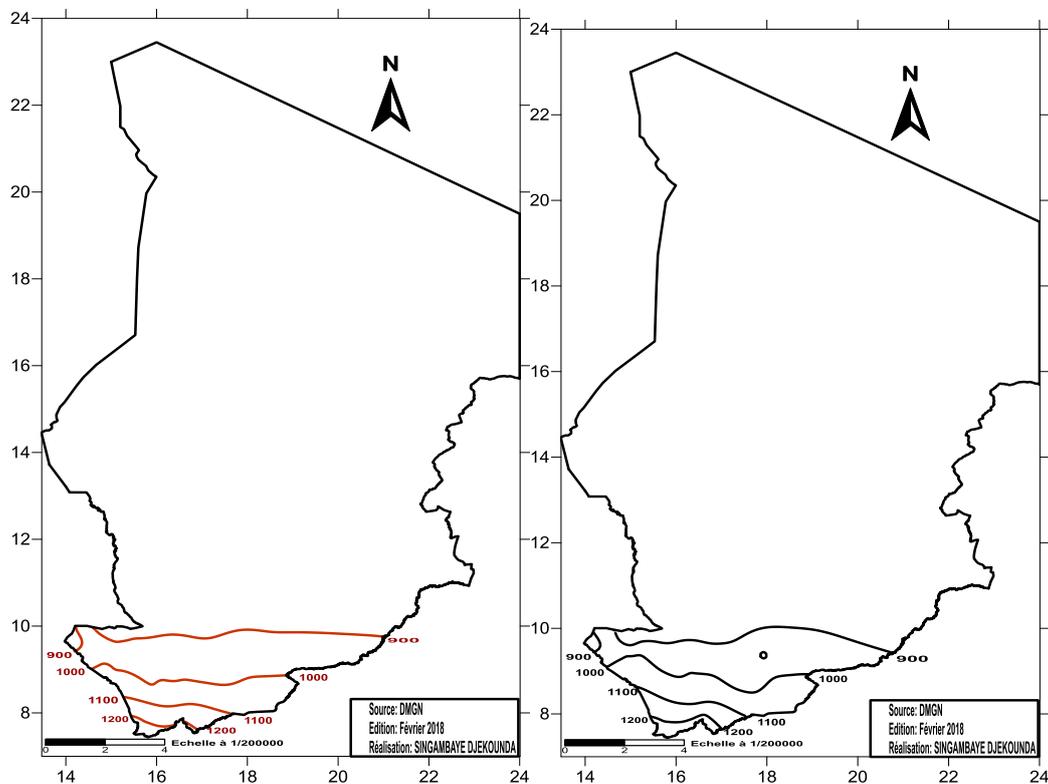
3-1. Caractéristiques des facteurs climatiques à la station de Bébédjia

Pour montrer les mouvements des isohyètes, l'étude a considérée la zone soudanienne où se situe le canton Bébédjia. L'une des caractéristiques de la pluie est sa variabilité spatio-temporelle. L'analyse des résultats issus des normales 1951-1980; 1961-1990; 1971-2000 et 1981-2010 des données pluviométriques montrent une évolution en régression au cours des décennies 1951-1980 et 1961-1990 dans la région du Logone oriental. Ce qui se traduit par un glissement des isohyètes autour de 25 km vers le sud et un processus historique d'aridification progressive du climat (*Carte 1*)



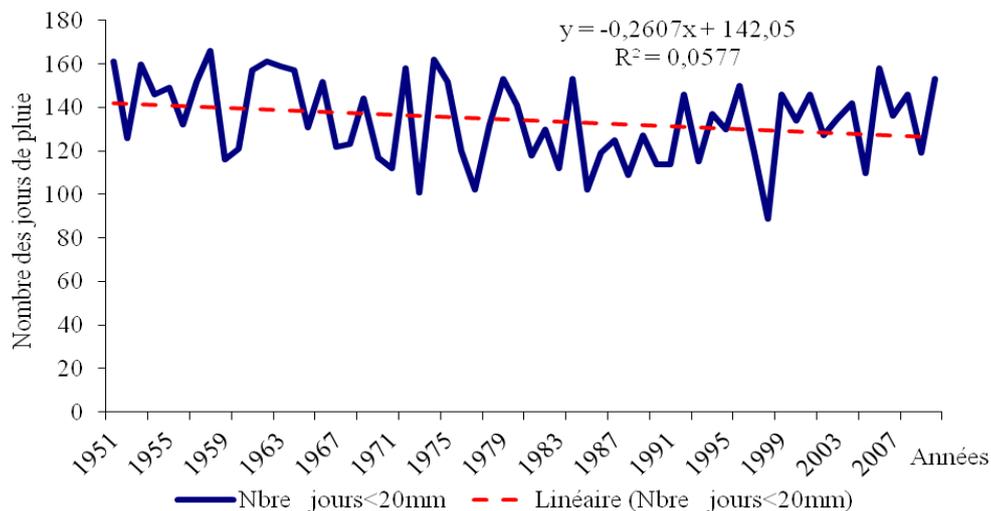
Carte 1 : Glissement des isohyètes du nord vers le sud selon les normales 1951-1980 et 1961-1990

Les isohyètes 900, 1000 et 1200 mm ont connues beaucoup de variabilités dans l'espace. La tendance est vers un retrait en république centrafricaine.



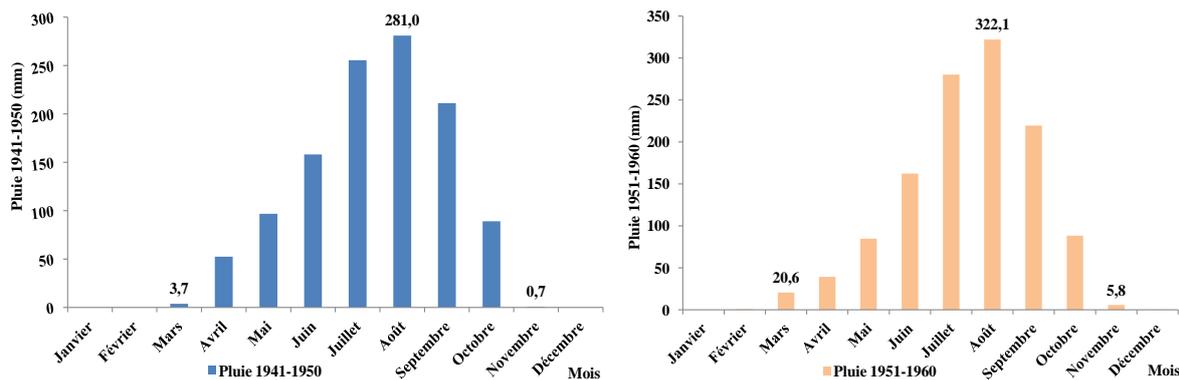
Carte 2 : Glissement des isohyètes du nord vers le sud selon les normales 1971-2000 et 1981-2010

De même, les isohyètes 1400 et 1500 mm des années 1951-1980 sont descendues plus bas en République Centrafricaine. Toutefois, une légère remontée de l'isohyète 1200 mm est constatée avec la normale 1981-2010 dans la partie ouest de la zone soudanienne. L'évolution spatiale de la pluviométrie au cours de ces quatre normales se confirme également dans le temps au cours des six dernières décennies. La normale 71-2000 est un peu régulière que celle de 61-90. Par contre, celle de 81-2010 connaît une remontée brutale surtout avec les isohyètes 900 et 1200mm (*Carte 2*). En considérant les normales 1961-1990, 1971-2000 et 1981-2010 à l'échelle nationale, il ressort une même évolution à la station de Bébédjia. La tendance générale de la pluviométrie est en baisse ($y = -2,2x + 1165$ avec $R^2 = 0,048$) de 1946 à 2016 à la station de Bébédjia. 37,01 % de pluie sont inférieures à la valeur normale de 1961 à 1990. Ainsi, les années 1966, 1977, 1983, 1984, 1985, 1987, 1993, 2000, 2006, 2007, 2008 et 2009 ont connu de déficit plus marquée tandis que celles 1946, 1947, 1948, 1953, 1954, 1955, 1975, 1978, 1980, 1994, 2001, 2010, 2011, 2012 et 2013 ont reçu suffisamment de pluie dépassant la normale de 100 à plus de 500 mm (541,1mm en 2010). Selon la série des données pluviométriques à la station de Bébédjia, la période de 1946 à 1980 est plus pluvieuse que celle de 1980 à 2016. Ce qui caractérise davantage la régression spatio-temporelle de ce paramètre climatique même est la baisse progressive de nombre de jours de pluie < 20 mm (*Graphique 2*)

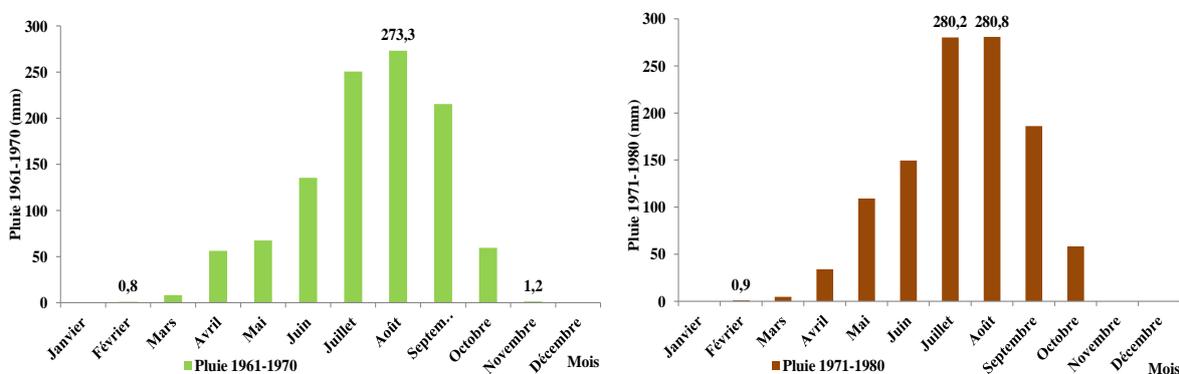


Graphique 2 : Évolution de nombre de jours de pluie < 20 mm à la station de Bébédjia

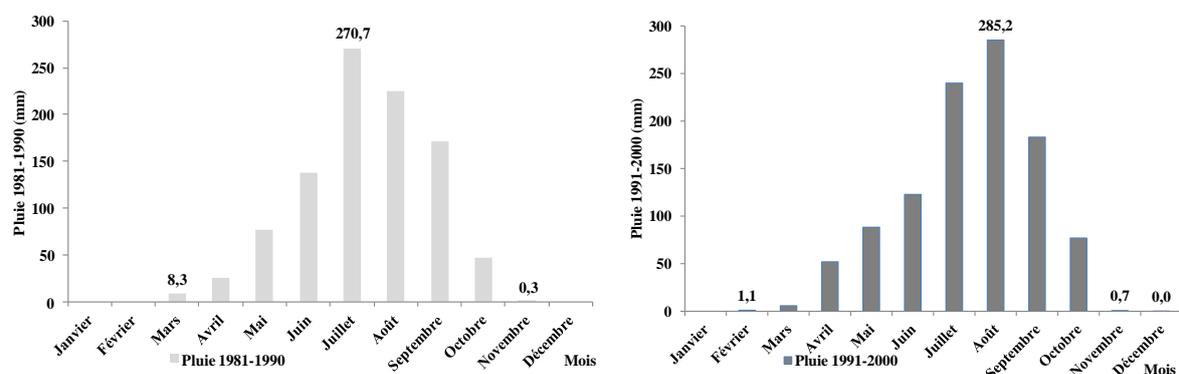
Ainsi, les résultats montrent une tendance en baisse pour le nombre de jours de pluie ≤ 20 mm entre 1951 et 2008 avec en moyenne, 7 jours de séquence sèche après le semis. Il apparaît une discontinuité de pluies par rapport à la valeur moyenne (20 mm). Plus de 31 % du cumul (pluie < 20 mm) se trouvent en dessous de la valeur moyenne. Ce qui ne facilite pas la mise en place des cultures tôt en début de la saison et atteste la mauvaise répartition quantitative des pluies dans le temps. L'évolution des moyennes mensuelles décennales atteste qu'en plus de l'inégale répartition temporelle, il y a également des pluies hors saison (*Graphique 3, Graphique 4 et Graphique 5*)



Graphique 3a et 3b : Évolution du cumul pluviométrique décennale à la station de Bébédjia de 1941-1950 et de 1951-1960



Graphique 4a et 4b : Évolution du cumul pluviométrique décennale à la station de Bébédjia de 1961-1970 et de 1971-1980



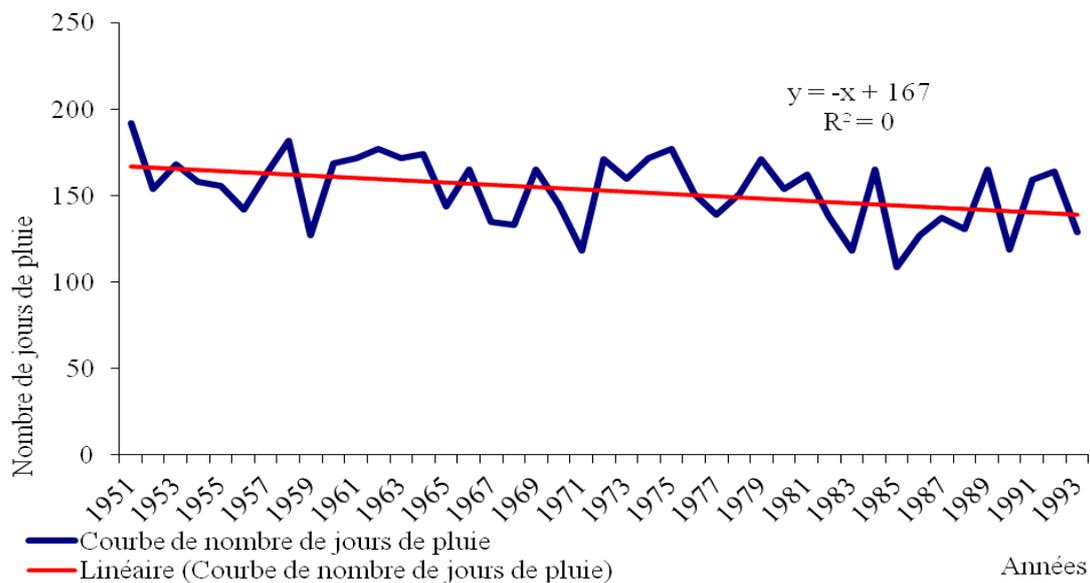
Graphique 5a et 5b : Évolution du cumul pluviométrique décennale à la station de Bébédjia de 1981-1990 et de 1991-2000

De 1941 à 2000, il ya une forte variabilité de pluie d'une décennie à une autre. Les décennies 1941-1950, 1951-1960, 1961-1970 sont plus pluvieuses que les autres : 1971-1980, 1981-1990 et 1991-2000 et décroissent progressivement. Au cours de la première période, les pluies significatives commencent à partir du mois de mars et finissent en novembre, soit 9 mois de saison humide. Par contre, celles allant de 1970-1979, de 1980-1989 et de 1990-1999, sont moins pluvieuses au fur et à mesure qu'on avance dans le temps. De même, les décennies 1940-1949 et 1960-1969 ont enregistrées leurs premières pluies à partir du mois

de février. De 1949 à 1999, il y a lieu de remarquer que la décennie 1950-1959 est la mieux arrosée et de 1970-1999, les pluies commencent tôt en mars mais se terminent en octobre. Ce qui n'est pas de même avec les décennies 1940-1960. On assiste à un rétrécissement de la longueur de la saison des pluies. La variabilité temporelle de la pluie régule la saison agricole d'une année à une autre.

3-1-1. Évolution du nombre de jours pluvieux

La baisse continue des quantités de pluie enregistrées à la station de Bébédjia et le déplacement du cumul saisonnier d'août à septembre sont établis même s'il y a une remontée au cours de la dernière décennie. Ainsi, le nombre de jours décroît durant les normales de 1951-1980 (166 jours), 1961-1990 (158 jours) et 1991-2015 (152 jours). De là, découle une contrainte non négligeable pour les cultures céréalières au cours des dernières décennies (**Graphique 6**).

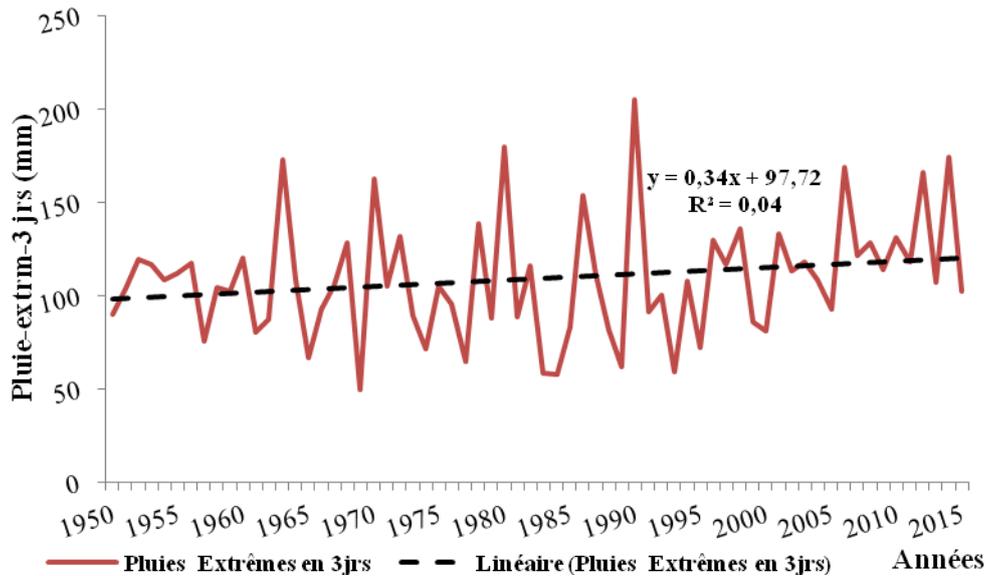


Graphique 6 : Évolution du nombre de jours de pluie à la station de Bébédjia

De toutes ces évolutions de nombre de jours de pluie, il ya lieu de signaler les dates de début de la saison (DDS) à la station de Bébédjia. Ainsi, les années 1982, 1987, 1994 et 1997 sont celles où la saison démarre plus tôt vers les 144^e et 161^e jours Julien (entre les mois d'avril et mai). Par contre, la grande majorité débute la saison du 176^e au 252^e jour. C'est-à-dire vers la troisième décade du mois de mai à la première décade de juillet.

3-1-2. Évolution des pluies extrêmes

Malgré le démarrage plus ou moins précoce de la saison, on remarque parfois, les pluies extrêmes à fréquence réduites. Celles-ci sont souvent sources des inondations susceptibles de nuire les cultures et favoriser l'émergence du *Striga hermonthica*. Les résultats montrent que la station de Bébédjia a enregistré des pluies maximales cumulées en 3 jours consécutifs supérieures au 80^eème percentile avec une tendance significative des pluies journalières extrêmes est constatée à la hausse ($y = 0,34x + 97,72$ avec $r^2 = 0,04$). 93,9 % des pluies sont supérieures à 50 mm dans la série de 1951-2016 (**Graphique 7**)

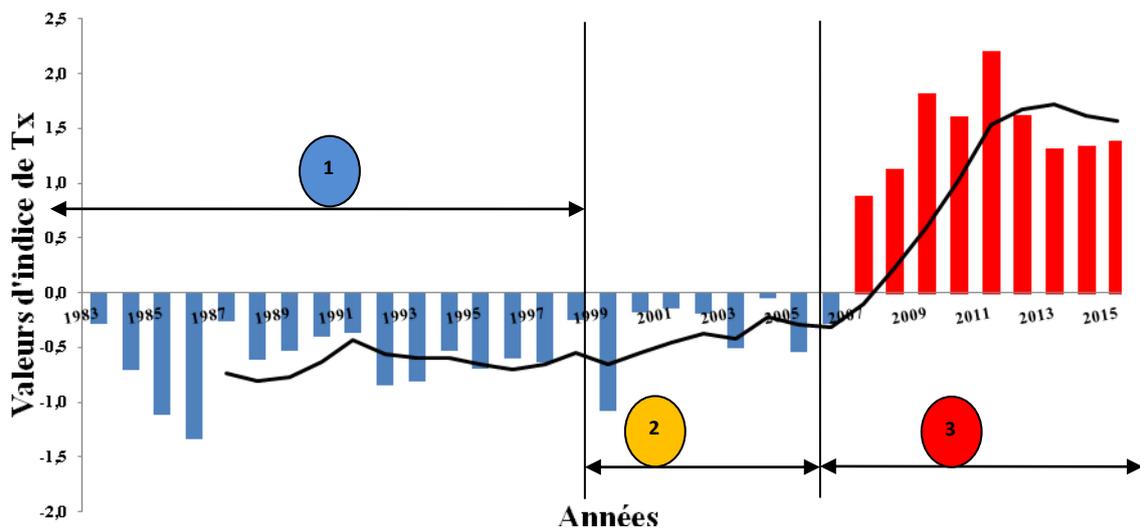


Graphique 7 : Évolution des pluies extrêmes en 3 jours consécutifs à la station de Bébédjia

Tout ceci confirme la variabilité de la pluviométrie à plusieurs échelles, notamment : journalière, mensuelle et décennale.

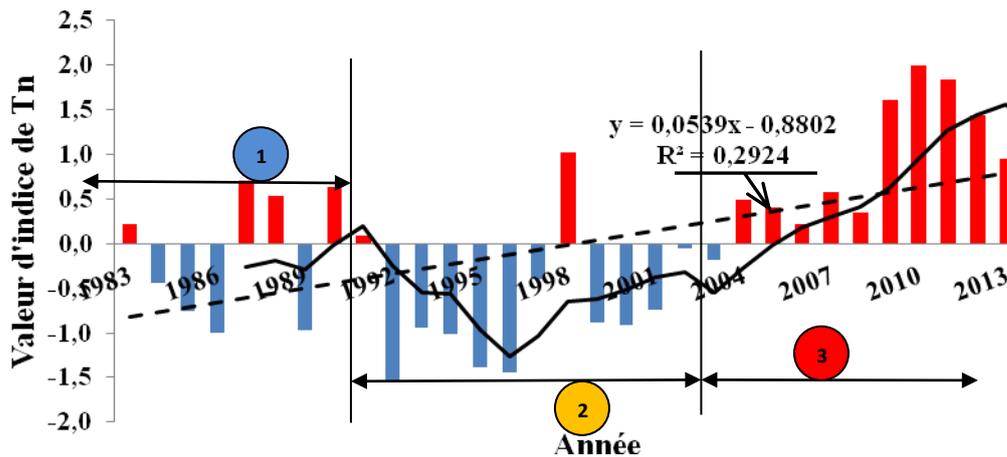
3-1-3. Évolution des températures maxima (Tx) et minima (Tn)

L'évolution des températures (Tx et Tn) atteste que les années allant de 1982 à 2006 sont les moins chaudes que celles de 2007 à 2015 avec une maximale en 2012. De ce comportement des températures, il ressort pratiquement les mêmes allures dans le canton Bébédjia (*Graphique 8*).



Graphique 8 : Évolution de la température maximale annuelle à la station de Bébédjia

Le (*Graphique 8*) montre une période 1 qui est moins chaude de 1983 à 2000. Tandis qu'entre 2000 et 2007, la température maximale a commencé par augmenter mais reste au-dessous de la normale. Mais, de 2007 jusqu'à nos jours, elle augmente en dents de scie (*Graphique 9*).

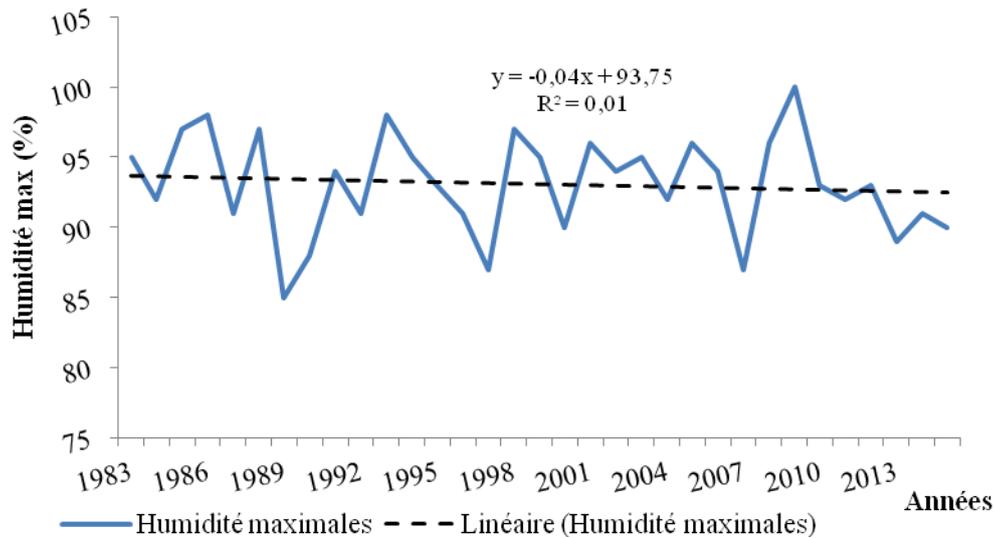


Graphique 9 : Évolution de la température minimale annuelle à la station de Bébédjia

L'évolution de la température minimale suit le même rythme que celle maximale lorsqu'on compare les coefficients-directeurs de leurs droites de tendance. Mais, il faut remarquer que dans l'évolution de la température minimale, il y a eu tellement de variation de 1983 à 1993 ensuite, 1997 à 1999, puis de 2004 à nos jours. Cette dernière période coïncide avec celle de la température maximale lorsqu'on compare leurs moyennes mobiles de 5 ans. Dans le canton Bébédjia, l'évolution est plus marquée au niveau des maxima que des minima. Les températures moyennes annuelles varient de 23 à 35°C. Leurs impacts sur les composantes des systèmes agraires sont connus. Ainsi, 9 % de producteurs ont affirmé l'avortement des épis et 5 %, l'augmentation de l'évapotranspiration. Comme pour la pluie, les coefficients de variation de températures Tn et Tx, respectivement 3,2 et 4,2 sont significatives et font comprendre leurs variabilités spatiotemporelles. L'augmentation de la température entre 2003-2004 correspond à la période de mauvaise pluviosité qu'a connu tout le Sahel et en particulier, le canton Bébédjia. La variabilité de ces deux facteurs peut avoir des effets sur le *Striga hermonthica*.

3-1-4. Évolution de l'humidité relative (U)

Généralement, l'humidité influe en combinaison avec les autres paramètres climatiques sur les végétaux. Elle s'exprime en pourcentage et se définit comme le rapport de la quantité d'eau effectivement contenue dans l'air et la capacité d'absorption à une température donnée. L'analyse est basée sur les données de la station de Bébédjia et a permis de comprendre l'influence des fluctuations hygrométriques mensuelles de 1983 à 2015 sur les différentes phases de développement du *Striga hermonthica* (**Graphique 10**).



Graphique 10 : Évolution de l'humidité relative, station de Bébédjia

L'évolution de l'humidité au cours de ces dernières années atteste sa variabilité dans le temps. La tendance a montré une décroissance ($y = -0,04x + 94$ et $R^2 = 0,01$). Toutefois, les deux renforcent significativement l'augmentation des températures et favoriser le bon développement du *Striga hermonthica*. En fait, l'interaction des facteurs environnementaux peut créer un micro-climat qui affecterait l'émergence et la croissance du *Striga hermonthica*.

3-2. Impact climatique sur le développement du *Striga hermonthica*

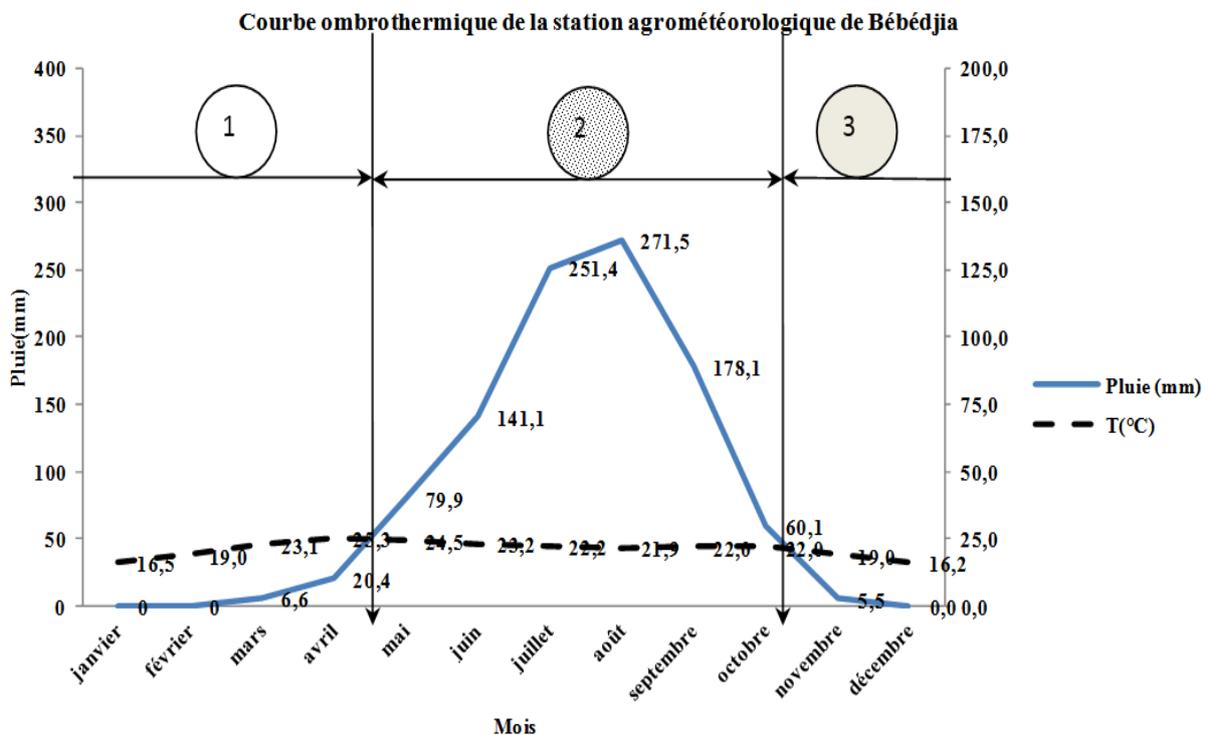
Le Striga ou "herbe des sorcières" est une sorte de mauvaise herbe particulièrement préjudiciable aux cultures. Il ne se contente pas de prendre l'eau et la nourriture des plantes, c'est une plante parasite qui se fixe sur les racines mêmes des cultures (Sayouba Traoré, 2010). L'analyse des résultats ci-dessus attestent combien les éléments climatiques peuvent contribuer à la prolifération du *Striga hermonthica*. D'abord, dans sa phase souterraine les effets de la température et de la pluie pré-conditionnent la germination jusqu'à la pénétration dans l'hôte. Ensuite, dans sa phase aérienne avec le vent et les eaux de ruissellement. Cependant, on distingue deux phases.

3-2-1. Phase d'holoparasite

C'est en fait le stade où le striga se développe exclusivement dans le sous sol suivant les étapes : le conditionnement, la germination, la fixation et la pénétration, les grains sont enfouis à environ 30 cm dans sol et peuvent résister plus de 15 à 20 ans, tant que les conditions climatiques de germination ne sont pas atteintes [9]. Il faut 30°C pour faciliter la germination des grains du *Striga hermonthica* [10]. Après la dormance, le grain subi une étape intermédiaire, le pré-conditionnement lors d'une première pluie suffisante. Pour cela, une quantité supérieure à 500 mm de cumul pluviométrique peut lui faciliter son hydratation. Ceci avec une température optimale de conditionnement variant entre 25 et 35°C selon [11]. Il faut ajouter que le striga bien que restant souterrain et invisible, il demeure particulièrement nuisible [12]. Le point 2 du (**Graphique 11**) localise sa période souterraine vers les mois de juin et juillet selon les années de bonne pluviosité.

3-2-2. Phase d'hémiparasite

C'est la phase où la plante parasite s'expose hors du sol vers les mois d'août et septembre. Elle est caractérisée par les phases floraison et fructification. En fait, l'émergence est totale en 8 semaines après le semis de la plante-hôte. Ainsi, de par les conditions climatiques susmentionnées, cette herbe parasite s'adapte au contraire de mode vie de son hôte. Celui-ci n'ouvre ses stomates que la nuit afin d'activer de façon intense, la sève de son hôte pour son alimentation en substances solubles [2, 19]. Ce qui suppose qu'à un type de climat donnée, correspond un mode de vie donnée pour cette plante parasite. Cette attitude physiologique permet au *Striga hermonthica* de maintenir de façon permanente, son hôte, dans un stress hydrique continu [18]. Toutefois, il y a lieu de souligner les édaphiques qui sont non-négligeables mais ne peuvent être décrites dans cette étude (**Graphique 11**).



Graphique 11 : Courbe ombrothermique, station agrométéorologique de Bébédjia

- Phases
- ① : pré-conditionnement, germination, fixation et pénétration sur l'hôte (phase souterraine ou holoparasite);
 - ② : émergence, floraison, floraison-fructification (phase aérienne ou hémiparasite);
 - ③ : dissémination des grains par le vent et/ou eau de ruissellement.

Le point 3 du (**Graphique 11**) caractérise la phase à laquelle la maturation des grains du *Striga hermonthica* est complète et qui peuvent être disséminés dans la nature sous l'effet du vent. Au vue des résultats obtenus, il ressort la synthèse récapitulée dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Récapitulatif des conditions de développement du *Striga hermonthica* en fonction des paramètres climatiques

Paramètres climatiques		Condition d'évolution	Matériels végétaux	
Température minimale	Pluviométrie		<i>Striga hermonthica</i>	Mil
Augmentation	Mauvaise répartition	Favorable	Bon développement	Mauvais rendement
Augmentation	Bonne répartition	Favorable	Mauvais développement	Bon rendement
Baisse	Bonne répartition	Favorable	Mauvais développement	Bon rendement
Baisse	Mauvaise répartition	Défavorable	Mauvais développement	Bon rendement

Ainsi, le cycle biologique du striga varie selon les espèces, de 90 à 120 jours depuis le processus de dormance jusqu'à la maturité complète [19].

4. Discussion

Les différents résultats de l'étude montrent que la loi racine normale s'ajuste bien à la série pluviométrique. Ce qui a été confirmé d'après les études réalisées par [11, 14] dans la zone soudanienne du Tchad. La tendance des pluies à la station de Bébédjia est en hausse ($Y = 8,612X + 881,61$ avec $R^2 = 0,112$). Ce résultat est confirmé par [16]. Ceux-ci ont mis en exergue le retour des pluies au cours de ces dernières décennies en Afrique de l'ouest et du centre même si les précipitations ont en moyenne baissé de 15 à 30 % dans tout le Sahel. Cette hausse relative de pluie a contribué énormément au développement du *Striga hermonthica* dans la zone soudanienne. Ce qui est confirmé par [17]. La hausse significative de la température minimale ($Y = 0,01X + 21$ avec $R^2 = 0,01$) sur la période de 1982 à 2007 renforce les conditions pluviométriques de la zone d'étude et peut influencer les différentes phases de développement de cette plante parasite. Ainsi, les conditions climatiques d'une zone régulent le mode de vie du *Striga hermonthica* et que le degré de dégâts peut varier suivant les types de sols et de pratiques culturales. Cette hypothèse corrobore le résultat de l'étude montrant que l'effet combiné de culture piège traçante et F-inoculum se sont révélés être plus nocifs sur l'infestation de *Striga hermonthica*. Ce que confirme [18, 19] en stipulant que le nombre relativement faible de plantes Striga dans le l'interculture était due à un potentiel réduit de floraison, production de capsules et, par conséquent, une réduction de capacité d'augmenter la banque de grains de Striga dans le sol [18, 20]. Les résultats obtenus des (**Graphique 11 et Tableau 1**) confirment ceux publiés par [20]. Celui-ci atteste que le striga est une plante endémique des zones arides et semi-arides des régions tropicales à saison sèche bien marquée, caractérisée par une pluviosité irrégulière annuelle moyenne faible inférieure à 1500mm/an et une température moyenne très élevée [21, 24]. Mais, d'après les données climatologiques de 1982 à 2001, pour tout le sud du Tchad, le rendement moyen du mil a connu une baisse significative ($y = - 4.0398x + 662.3$ avec $R^2 = 0.1245$). Bien que les effets de la variabilité climatique influent sur le rendement du mil, ceux du *Striga hermonthica* ne sont des moindres. Ils ont également permis de comprendre leurs impacts sur le développement du *Striga hermonthica* dans la

zone soudanienne du Tchad. A partir des études menées en Afrique de l'ouest, [23, 25] ont prouvé que cette plante parasite est l'une des causes de perte des récoltes jusqu'à 24 % de rendement des 50 % des champs de céréales. [26, 27] a ajouté en faisant ressortir les effets négatifs du *Striga hermonthica* sur plusieurs variétés de maïs dans la même bande soudanienne du Tchad. Ce qui est affirmé par [29]. En réalité, les plantes parasitiques sont une menace majeure pour aujourd'hui pour les céréales: le sorgho, le riz et le maïs. Ce type de parasitisme est souligné par [19, 25, 26]. Ainsi, les effets du *Striga hermonthica* se traduisent par des pertes de rendement du sorgho [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] et du mil estimés à 30-90 %. C'est pourquoi, de nombreux scientifiques [21, 26], s'attèlent davantage à la lutte intégrée contre le *Striga hermonthica*. Ceux-ci ont réussi à identifier des variétés résistantes à cette plante parasite et mettre en place d'autres techniques. Sachant aussi que le *Striga hermonthica* est peu fréquent dans le milieu naturel, on estime qu'une jachère de longue durée pourrait contribuer à la lutte efficace de cette plante parasite. Mais, pour combien de temps de jachère pour une population en pleine mutation et avec une démographie si galopante ? La mise en place des pratiques culturales appropriées notamment : la culture des faux-hôtes, le cadrage des dates de semis, la rotation et l'association (cultures céréalières associées à une légumineuse et à forte densité), les cultures intercalaires réduisent les dégâts ainsi que les cultures résistantes sont à encourager [24, 26]. Ajoutons que certains champs de céréales repiquées connaissent de mieux en mieux, la baisse de prolifération des grains du *Striga hermonthica*. Selon certaines personnes ressources, après trois ans de rotation avec une plante qui n'est pas un hôte contribuerait considérablement à une diminution notoire et épurement du stock de grains dans le sol [27, 28]. Certains scientifiques est-africains ont utilisé le soja pour combattre le striga (<https://www.accessagriculture.org/fr/gerer-le-striga-en-riziculture>. Consulté le 15 février 2018). <http://scripts.farmradio.fm/fr/radio-resource-packs/pochette-72-strategies-de-lutte-integree-contre-les-parasites/la-rotation-des-cultures-et-la-culture-intercalaire-reduisent-les-degats-causes-par-le-striga/>, consulté le 25 février 2018).

5. Conclusion

Cette étude met l'accent sur les effets de la variabilité climatique sur le développement du *Striga hermonthica* dans le canton Bébédjia en zone soudanienne du Tchad. L'analyse des résultats issus des données climatologiques de la station de Bébédjia atteste la variabilité inter et intra-annuelles de la pluie, des températures et de l'humidité. Les effets de ces paramètres climatiques influent directement ou indirectement sur les différentes phases de développement de cette plante parasite. Ainsi, à partir de l'identification des risques climatiques spécifiques, on peut caler les dates optima de semis des plantes hôtes ou préconiser d'autres méthodes de lutte. Bien que diverses options de contrôle tendant à réduire les dégâts du *Striga hermonthica*, ces techniques doivent être intégrées pour de meilleurs résultats sur l'amélioration de la productivité des céréales. [29, 30] affirment en outre, que la stabilité spatio-temporelle et la durabilité de la résistance à cette mauvaise herbe, doivent être davantage déterminées en tenant compte de la variabilité des conditions climatiques [30]. Les différentes propositions de solutions contribueront à lutter efficacement contre cette plante-parasite dont la prolifération dans l'espace provoque des dégâts socio-économiques très importants dans les zones soudanienne que semi-arides du Tchad.

Références

- [1] - M. DADOUM DJEKO, S. KELGUE, M. DJANGRANG, Impact de la variabilité climatique sur les cultures pluviales dans le canton Bénoye en zone soudanienne du Tchad, Vol. 3, N°1 (2017) 51 - 67. ISSN 2304-1056 (print)
- [2] - M. DADOUM DJEKO et R. G. SEINGUE, Réponses paysannes à la variabilité climatique au sud du Tchad. *Afrique Science*, 13 (1) (2017) 337 - 338, <http://afriquescience.info>
- [3] - SEYDOU et al., Évaluation du changement climatique en Afrique de l'Ouest in « Actions d'adaptation au Changement climatique pour le développement rural, la biodiversité et la GIRE ». Centre Régional AGRHYMET. Niamey, (2011) 8 p.
- [4] - GIEC : Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. (publié sous la direction de~)]. GIEC, Genève, Suisse, (2007) 103 p.
- [5] - O. SAMA, Analyse de la dégradation des ressources en sols, en végétation et en eau dans le Département de la Nya au sud du Tchad. Mémoire Master de recherche. Université de Ngaoundéré. Cameroun, (2011) 185 p.
- [6] - H. B. TEKA, Advance research on Striga control: A review. *African Journal of Plant Science*, 8 (11) (2014) 492 - 506
- [7] - PARKER CHRIS, *Weed Science*, 60 (2) (2012)269 - 276, <https://doi.org/10.1614/WS-D-11-00068.1> (Février 2017)
- [8] - DEMBELE et al., Guide de formation en lutte participative contre le striga dans le système de culture à base de sorgho. Projet de promotion des variétés de sorgho résistance au striga pour réduire les crises alimentaires dans la zone sahélienne : Burkina faso, Mali, Sénégal, (2009) 27 p.
- [9] - G. GBHOUNOU, Survie des grains de *Striga hermonthica* en milieu réel au Bénin: implications pour le choix des méthodes de lutte. Bulletin de la Recherche Agronomique Numéro 15 - Septembre 1996
- [10] - C. K. KOUAKOU, L. AKANVOU, ZORO BI IA, R. AKANVOU, N'DA HA, Distribution des espèces de Striga et infestation des cultures céréalières dans le nord de la Côte d'Ivoire. *Cah Agric*, 24 (2015) 37 - 46, doi : 10.1684/agr.2015.0734
- [11] - MICHELLON et al., Lutte contre le Striga Asiatica grâce aux SCV dans le Moyen Ouest, (2007) 8 p.
- [12] - NAITORMBAIDE et al., Criblage de quelques variétés de maïs (*Zea mays* L.) pour la résistance au striga hermonthica (Del) Benth dan les savanes tchadiennes. *Journal of Animal and Plante Sciences*, Vol. 24, Issue 1 (2015) 3722 - 3722
- [13] - A. Olivier, La relation entre le Striga hermonthica et ses hôtes : une synthèse. *Canadian Journal Botany* (Impact factor : 1.4). 02/2011 ; 74 (7) (2014) 1119-1137. DOI : 10.1139/b96-137
- [14] - J. RODENBURG et al., Crop protection : Addressing current and future problems of parasitic weeds in rice. In Elsevier (1st edition), (2010) 10 p.
- [15] - G. SALLE, Biologie végétale. Le striga. Futura planète, (2015) 6 p. <http://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/botanique-plantes-parasites-481/>, mars 2017
- [16] - D. E HESS et J. M. LENNE, 1999 eds. Bamako : International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropic, (1999) 138 p.
- [17] - L. BAOHOUTOU, Les précipitations en zone soudanienne tchadienne durant les 4 dernières décennies, variabilité et impact, Thèse de doctorat, Université de Nice, (2007) 231 p.
- [18] - M. A. DAWUD, Striga Resistance in Cereal Crops : Recent Progress and Future Prospects. *Global Journal of Science Frontier Research : D Agriculture and Veterinary* Volume 17. Issue 3. Version 1.0 Year 2017 Type : *Double Blind Peer Reviewed International Research Journal* Publisher: *Global Journals Inc. (USA)* Online ISSN: 2249-4626 & Print ISSN: 0975-5896

- [19] - S. HIROAJKI et al., *Front. Plant Sci.*, 13 May 2016 <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00634> (Février 2017)
- [20] - K. SATISH, Z. GUTEMA, C. GRENIER, P. J. RICH & G. EJETA, Tagging and validation of microsatellite markers linked to the germination stimulant gene (lgs) for *Striga* resistance in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Theoretical and Applied Genetics*, 124 (2012) 989 - 1003
- [21] - R. G. TESHOME, Integrating Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] Breeding and Biological Control Using *Fusarium oxysporum* Against *Striga hermonthica* in Ethiopia. University of KwaZulu-Natal, (2013), Retrieved from http://www.acci.org.za/resources/documents/page_docs/docs/accifinal-thesis-rg-teshome-2014.pdf. (Février 2017)
- [22] - E. MRÉMA et al., Screening of sorghum genotypes for resistance to *Striga hermonthica* and *S. asiatica* and compatibility with *Fusarium oxysporum* f.sp. *strigae*, (2017)
- [23] - YONLI et al., Integrated management of *Striga hermonthica* (Del.) Benth. in sorghum using *Fusarium inoculum*, host plant resistance and intercropping. ISSN 1997–5902. *Journal of Applied Biosciences*, 53 (2012) 3734 - 3741
- [24] - J. RODENBURG, T. CHARNIKHOVA and H. J. BOUWMEESTER, Pre-attachment *Striga hermonthica* resistance of New Rice for Africa (NERICA) cultivars based on low strigolactone production. *New Phytologist*, 192 (2011) 964 - 975, doi:10.1111/j.1469-8137.2011.03850.x
- [25] - SAYOUBA TRAORÉ, (2010) <http://www.rfi.fr/emission/20101023-nigercomment-lutter-contre-le-striga>. (février 2018)
- [26] - M. CISSOKO, A. BOISNARD, J. RODENBURG, MC. PRESS, JD. SCHOLES, New Rice for Africa (NERICA) cultivars exhibit different levels of post-attachment resistance against the parasitic weeds *Striga hermonthica* and *Striga asiatica*. *New Phytologist*, 192 (2011) 952 - 963
- [27] - M. JAMIL, J. RODENBURG, T. CHARNIKHOVA and H. J. BOUWMEESTER, Pre-attachment *Striga hermonthica* resistance of New Rice for Africa (NERICA) cultivars based on low strigolactone production. *New Phytologist*, 192 (2011) 964 - 975, doi:10.1111/j.1469-8137.2011.03850.x
- [28] - BOUBACAR A. KOUNTCHE, SALIM AL-BABILI and BETTINA I. G. HAUSSMANN, *Striga* : a serious persistent problem on millets, (2017), <http://repository.kaust.edu.sa/kaust/bitstream/10754/625566/1/>. Consulté le 25 février 2018
- [29] - J. H. WESTWOOD, C. W. DE PAMPILIS, M. DAS, M. FERNÁNDEZ-APARICIO, L. A. HONAAS, M. P. TIMKO, J. I. YODER, The Parasitic Plant Genome Project : new tools for understanding the biology of *Orobanche* and *Striga*. *Weed Science*, 60 (2) (2012) 295 - 306
- [30] - T. SPALLEK, K. SHIRASU & J. M. MUTUKU, The genus *Striga* : a witch profile. *Molecular Plant Pathology*, 1 (7) (2013) 22